



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
IZTACALA**

**ESTUDIO DE ALGUNOS SINTOMAS DE DEFICIENCIA
Y TOXICIDAD NUTRIMENTAL EN *Zea mays* HIBRIDO
cargill 908, EN 5 DIFERENTES TIPOS DE SUELO,
BAJO TRATAMIENTOS DE MEJORAMIENTO.**

T E S I S

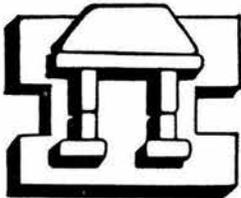
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I O L O G O

P R E S E N T A :

ADRIANA PACHECO RUEDA

DIRECTOR DE TESIS: DR. ARTURO AGUIPPE GOMEZ



IZTACALA LOS REYES IZTACALA. TLALNEPANTLA, MEX.

2002



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



U.N.A.M. CAMPUS

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo a: **IZT.**

* **Mi padre Daniel**, por su apoyo, cariño y paciencia que me ha tenido y se que tendré por siempre.

* **José Luis**, por seguir aún a mi lado después de momentos difíciles y por haberme apoyado incondicionalmente.

* **Don Fausti**, a quien le agradezco toda la ayuda prestada para la elaboración de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Gracias por haberme dejado vivir, **¡GRACIAS SEÑOR!** por haberme dejado cumplir este sueño, que en momentos, casi se me hizo imposible de lograr.

Con mucho cariño y respeto les agradezco a todas aquellas personas que estuvieron involucradas directa e indirectamente conmigo, para la elaboración de este trabajo. A las que me ayudaron, apoyaron, animaron en todo momento, y confiaron en mí **¡mil gracias!**.

Un agradecimiento muy especial a Don Fausti, que deja en mí un bonito recuerdo de su persona y sabe lo mucho que lo estimé, donde quiera que se encuentre.

Al Profesor Arturo, a quien le estoy profundamente agradecida por su gran apoyo y la enorme paciencia que me tuvo para la dirección y asesoría del presente.

A mi padre le agradezco la vida y su valioso apoyo, comprensión y cariño en todo momento. **¡Te quiero papá!**

A José Luis, le agradezco el gran amor, la paciencia, su presencia y la atención que me ofreció y me sigue ofreciendo desde que lo conocí. **¡Te amo moustrilio!**

A mi madre, a Lili, Geo y Juan les agradezco que me hayan soportado y aguantado tanto, así como su apoyo incondicional como madre y hermanos.

A Uriel, esa pequeña luz de vida, que llegó a llenar de felicidad y alegría esta familia, espero que este trabajo te sirva de ejemplo para que logres algún día cumplir tus metas.

A la Profesora Aurora y a la Señora Vicky, les agradezco el que sean mis amigas y el apoyo prestado durante todo este tiempo.

A Martín, mi sobrino y amigo, le agradezco el apoyo y ayuda que me dio cuando lo necesité.

CONTENIDO

Pag.

ÍNDICE DE TABLAS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes y Justificación	4
1.2. Marco Teórico	6
1.2.1. Importancia del Cultivo de Maíz	6
1.2.2. Clasificación Botánica del Maíz	6
1.2.3. Características Morfológicas del Maíz	6
1.2.4. Clima y Suelo para el Cultivo de Maíz	8
1.2.5. Nutrición Vegetal	9
1.2.6. Síntomas de Deficiencia y Toxicidad Nutricional	12
2. OBJETIVOS	19
2.1. Objetivo General	19
2.2. Objetivos Particulares	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Condiciones Experimentales	21
3.2. Trabajo de laboratorio	23
3.3. Establecimiento de Tratamientos y Trabajo de Invernadero	23
3.3.1. Localización del Experimento	23
3.3.2. Características del Invernadero	24
3.3.3. Manejo de Substratos	24
3.3.3.1. Limpiado, Lavado y Homogeneización	24
3.3.3.2. Llenado de los envases y Aplicación de los Tratamientos	24
3.3.3.3. Ubicación y Distribución Aleatoria de los Tratamientos	25
3.3.4. Manejo del Cultivo	26
3.3.4.1. Siembra	26
3.3.4.2. Riego y Transplante	26
3.3.4.3. Cosecha y Manejo Postcosecha	26
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1. Propiedades Físicas y Químicas de los Substratos	27
4.1.1. Características Generales y Pruebas Físicas y Químicas de los Substratos Utilizados	27
4.1.2. Suelo Vertisol	27
4.1.3. Composta	28
4.1.4. Suelo Luvisol	28
4.1.5. Suelo Solonetz	28

4.2. Síntomas Visuales	29
4.2.1. Suelo Vertisol-Abono	29
4.2.1.1. Vertisol Testigo (VRT0)	29
4.2.1.2. Vertisol Abonado (VRT1)	29
4.2.1.3. Composta Testigo (CT0)	29
4.2.2. Arena de Río	30
4.2.2.1. Arena Testigo (ART0)	30
4.2.2.2. Arena Abonado (ART1)	30
4.2.2.3. Arena sin-N, con +P, con +K (ART4)	31
4.2.2.4. Arena sin- P, con +N, con +K (ART5)	31
4.2.2.5. Arena sin-K, con+N, con +P (ART6)	31
4.2.3. Suelo Luvisol	32
4.2.3.1. Luvisol Testigo (LUT0)	32
4.2.3.2. Luvisol Abonado (LUT1)	32
4.2.3.3. Luvisol Nitrogenado (LUT3)	32
4.2.4. Suelo Solonetz	32
4.2.4.1. Solonetz Testigo (SZT0)	32
4.2.4.2. Solonetz Abonado (SZT1)	33
4.2.4.3. Solonetz Acidificado (SZT2)	33
4.3. Parámetros Morfológicos	34
4.3.1. Altura de las Plantas y Número de Hojas	34
4.3.1.1. Substrato Vertisol / Composta	34
4.3.1.2. Arena de Río	37
4.3.1.3. Suelo Luvisol	40
4.3.1.4. Suelo Solonetz	42
4.3.1.5. Comparación de Todos los Tratamientos	45
4.3.2. Ancho de la Hoja, Grosor del Tallo y peso Fresco	48
4.4. Análisis Químico Foliar	51
4.4.1. Suelo Vertisol -Abono	51
4.4.2. Arena de Río	55
4.4.3. Suelo Luvisol	59
4.4.4. Suelo Solonetz	62
5. CONCLUSIONES	66
6. REFERENCIAS	67
7. APÉNDICE	71
APÉNDICE I	71
APÉNDICE II	72
APÉNDICE III	73
APÉNDICE IV	74
APÉNDICE V	75
APÉNDICE VI	76
APÉNDICE VII	82
APÉNDICE VIII	83
APÉNDICE IX	91

INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Tratamientos aplicados para cada tipo de sustrato	24
Tabla 2. Ubicación de los tratamientos	25
Tabla 3. Distribución aleatoria de los tratamientos en las mesas del invernadero	25
Tabla 4. Propiedades físicas y químicas de los sustratos	27
Tabla 5. Números aleatorios	71

Figuras 1-2. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Suelo Vertisol testigo (VRT0)	34
Figuras 3-4. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Suelo Vertisol abonado (VRT1)	34
Figuras 5-6. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Composta testigo (CT0)	35
Figuras 7-8. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Arena de río testigo (ART0)	37
Figuras 9-10. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Arena de río abonado (ART1)	37
Figuras 11-12. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Arena de río -N, +P, +K (ART4)	38
Figuras 13-14. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Arena de río +N, -P, +K (ART5)	39
Figuras 15-16. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Arena de río +N, +P, -K (ART6)	39
Figuras 17-18. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Suelo Luvisol testigo (LUT0)	40
Figuras 19-20. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Suelo Luvisol abonado (LUT1)	41
Figuras 21-22. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Suelo Luvisol nitrogenado (LUT3)	41
Figuras 23-24. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Suelo Solonetz testigo (SZT0)	42
Figuras 25-26. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Suelo Solonetz acidificado (SZT2)	43
Figuras 27-28. Cinética de crecimiento de <i>Zea mays</i> , en términos de su altura y número de hojas en Suelo Solonetz abonado (SZT1)	44

Figura 29. Ancho total promedio de las hojas de maíz por tratamiento	48
Figura 30. Peso fresco promedio de las plantas de maíz por tratamiento	49
Figura 31. Grosor tallo promedio de las plantas de maíz por tratamiento	50
Figuras 32, 33, 34. Niveles de N, P, K en hoja joven, clorótica y vieja del suelo Vertisol testigo, abonado y Composta testigo	51
Figuras 35-36. Niveles de Ca y Mg en hoja joven clorótica y vieja del Suelo Vertisol testigo, abonado y Composta testigo	52
Figuras 37-38. Niveles de Fe y Mn en hoja joven, clorótica y vieja del Suelo Vertisol testigo, abonado y compósta testigo	54
Figuras 39, 40, 41. Niveles de N, P, K en hoja joven, clorótica y vieja del arena de río testigo, abonado y fertilización con P+K, N+K, N+P	55
Figuras 42-43. Niveles de Ca y Mg en hoja joven clorótica y vieja de la Arena de río testigo, abonado y fertilización con P+K, N+K, N+P	57
Figuras 44-45. Niveles de Fe y Mn en hoja joven, clorótica y vieja de la Arena de río testigo, abonado y fertilización con P+K, N+K, N+P	58
Figuras 46, 47, 48. Niveles de N, P, K en hoja joven, clorótica y vieja del Suelo Luvisol testigo, abonado y nitrogenado	59
Figuras 49-50. Niveles de Ca y Mg en hoja joven clorótica y vieja del Suelo Luvisol testigo, abonado y nitrogenado	60
Figuras 51-52. Niveles de Fe y Mn en hoja joven, clorótica y vieja del Suelo Luvisol testigo, abonado y nitrogenado	61
Figuras 53, 54, 55. Niveles de N, P, K en hoja joven, clorótica y vieja del Suelo Solonetz testigo, abonado y acidificado	62
Figuras 56-57. Niveles de Ca y Mg en hoja joven clorótica y vieja del Suelo Solonetz testigo, abonado y acidificado	63
Figuras 58-59. Niveles de Fe y Mn en hoja joven, clorótica y vieja del Suelo Solonetz testigo, abonado y acidificado	64

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz tiene una capital importancia en todos los órdenes de la vida humana, científica, tecnológica, social, económica y política (Reyes, 1990). El maíz es una de las pocas plantas de importancia económica originarias de América y es usado principalmente para la alimentación humana y animal en la mayoría de las regiones del mundo. Por esta razón, es uno de los cultivos más explotados y estudiados (Jugenheimer, 1990).

Es un cereal que se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas y edáficas, por eso se le cultiva en casi todo el mundo (De la Rosa, 1989), siendo de las principales ventajas, su amplia capacidad de adaptación apenas igualada por el frijol (Reyes, 1990), así mismo, el maíz es considerado como un cultivo muy demandante de nutrientes, esto si se compara con otros cultivos, además que su rendimiento, en peso seco, es también muy elevado, comparado con el de otras plantas. Bajo condiciones climáticas adecuadas, o mediante el aporte de riego, el maíz es el más productivo de los cereales. Su elevado rendimiento y la mejora por vía genética hacen de este cereal uno de los cultivos más prometedores para afrontar la amenaza del hambre en el mundo (Llanos, 1984), en la actualidad, la mejora genética del maíz ha permitido al hombre obtener una gran diversidad de variedades para incrementar los rendimientos del cultivo (Jugenheimer, 1990). En México existen 41 razas de maíz y miles de variedades, con lo que resulta ser el centro de diversidad genética de este grano (La Jornada, 1999)

El cultivo del maíz es, un cultivo que debe llamar la atención de los agricultores, por que la siembra de esta planta es la base de nuestra agricultura. De todas las plantas que se cultivan actualmente en nuestro país, ninguna más que el maíz merece ser estudiada y observada muy profundamente, debido a que es el más extenso y el más importante cultivo en México; que ocupan con él más de las dos terceras partes del terreno actualmente cultivado en la República (De la Rosa, 1989), ocupa el tercer lugar en la producción mundial después del trigo y el arroz (Manuales para la Educación Agropecuaria, 1985).

El maíz así como todas las demás plantas, requieren nutrimentos para su crecimiento y desarrollo (Villanueva y Ortiz, 1990), algunos de los cuales son requeridos para su nutrición en grandes cantidades como es el caso del nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre,

llamados macronutrientes. Otros elementos como el hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, molibdeno y cloro, se requieren en menor cantidad y se les conoce como micronutrientes (Bidwell, 1979).

Los elementos nutritivos absorbidos por las plantas además de ser utilizados para su crecimiento y desarrollo pueden ser almacenados, pero en concentraciones elevadas, algunos elementos en la solución del suelo pueden conducir a una toxicidad, a la posible reducción del crecimiento y, eventualmente, a la muerte de la planta. Los elementos que habitualmente son más nocivos en este sentido son: el aluminio, el sodio, el manganeso, el cobre, el níquel y el cinc. Tres de estos, Mn, Cu y Zn son, además, esenciales para la planta (Wild, 1992).

Debido a que los nutrientes cumplen un papel muy definido en el metabolismo vegetal, el aporte insuficiente de un elemento esencial puede provocar, en condiciones extremas, síntomas de deficiencia característicos (Salisbury, 1994). Debido a esto, con frecuencia estos síntomas ayudan a determinar las funciones vitales de los elementos en la planta, pudiendo manifestarse una o varias deficiencias de uno o más nutrientes en cualquier etapa del ciclo de vida de la planta. El conocimiento de que los síntomas de deficiencia para cualquier elemento dependen de dos factores: 1.- la función o funciones que realiza el elemento en el vegetal, y 2.- La movilidad del elemento, esto es, si son transferidos con facilidad, o no, desde las hojas antiguas a las juveniles (Salisbury, 1994). La detección temprana y la correcta interpretación de los síntomas de deficiencia, permitirían determinar la clase de elemento faltante (Graetz, 1997), lo que daría pie a que los agricultores pudieran planear las actividades de fertilización.

Los síntomas de deficiencia visuales pueden manifestarse en forma de una disminución del crecimiento de raíces, tallos y hojas, de una clorosis y/o necrosis, ya sea venal o intervenal en varios órganos, principalmente las hojas, de bajas tasas fotosintéticas y de una disminución del rendimiento entre otros.

Los nutrientes aprovechables por las plantas pueden estar en cantidades suficientes en el suelo, pero su utilización puede ser deficiente si las condiciones físicas y químicas son desfavorables, no permitiéndoles su disponibilidad (Villanueva y Ortiz, 1990). En este sentido la reacción del

suelo, esto es, el estatus ácido-base medido a través del pH, es de gran importancia y, la mayoría de las veces decisivo en la nutrición vegetal (Graetz, 1997).

Aunque el diagnóstico visual ha sido durante mucho tiempo el único medio utilizado por agricultores y técnicos y, aún hoy, es el más difundido en el medio agrícola, éste presenta algunos inconvenientes (Bartolini, 1990). Las deficiencias nutrimentales son difíciles de diagnosticar y en general poco eficaces si se basan casi exclusivamente en la simple observación y apreciación visuales, especialmente debido a que algunas condiciones climáticas adversas, enfermedades, ataque de insectos y lesiones diversas, entre otros factores, pueden manifestarse en forma similar, complicando aún más la interpretación adecuada (Universidad de Illinois, 1980). Esto aunado al hecho de que con frecuencia pueden encontrarse carencias simultáneas de varios elementos, produciendo similitudes en la sintomatología, además de enmascaramientos, lo que puede provocar confusiones debidas a daños provocados por algunos factores ambientales como por ejemplo, la falta de agua (marchitamiento), parecida a la deficiencia de K⁺ (Aguirre, G. A., comunicación personal, 2001) y la falta o disminución de luminosidad, que puede dar origen a erróneas interpretaciones de deficiencia de N, Zn y/o Fe (Bartolini, 1990). Sin embargo, la interpretación de la sintomatología visual resulta ser más confiable cuando aparecen en diversas plantas en una amplia zona de determinados suelos o bajo ciertas formas de manejo del cultivo (Universidad de Illinois, 1980), especialmente si todos los otros factores que favorecen el crecimiento rápido y vigoroso se encuentran controlados y en condiciones óptimas.

La única forma eficaz, de corroborar una deficiencia nutrimental, visible o no, parece ser la confirmada por medio del análisis químico foliar. Con esto en mente, se pretende correlacionar los resultados obtenidos de niveles nutrimentales de una planta deficiente, con aquellos de una planta sana. Esto último debe realizarse comparando los niveles nutrimentales encontrados en los mismos órganos y los mismos estados de desarrollo de ambas plantas.

Otros métodos reportados de corroborar y corregir posibles deficiencias nutrimentales, consisten en aportar al suelo o directamente a la planta, el elemento supuestamente carente o deficiente (Bartolini, 1990) o bien, realizar análisis de suelo, antes de ser sembrado el cultivo para conocer el estatus de disponibilidad nutrimental en cuestión (Universidad de Illinois, 1980).

1. Dr. Arturo Aguirre Gómez. Profesor Titular responsable de los laboratorios de Química de Suelos y Nutrición Vegetal de la FESC -UNAM.

1.1. Antecedentes y Justificación

Desde los últimos dos decenios, la productividad del maíz ha sido incrementada en forma muy importante, habiendo también aumentado considerablemente la demanda de macro y micronutrientes. Cuando los suelos son explotados al máximo, para sustentar una producción elevada, se pueden alcanzar altos rendimientos del cultivo. Pero pueden ponerse de manifiesto carencias graves, por la elevada explotación del suelo por muchos años. Estas carencias pueden producirse preferentemente más en suelos de textura gruesa que en suelos de textura fina, debido a su menor capacidad de intercambio catiónico, menores contenidos de materia orgánica y menor riqueza natural en ciertos macro y micronutrientes. En términos generales, las cantidades absorbidas de elementos por el maíz se relacionan más con las cantidades aprovechables, que con las cantidades totales de estos elementos en el suelo (Loué A., 1988).

Debido a que el maíz es una planta muy demandante en cuestión nutrimental, requiere de buenas aportaciones de materia orgánica y fertilizantes químicos, en especial nitrogenados, pero esta aplicación varía de acuerdo a la reacción del suelo (alcalina o ácida), al tipo de suelo (arcilloso ó arenoso) y al tipo de tierras de regadío o de secano (Juscáfresa, 1984). De modo que, en ocasiones, al aplicar estos métodos correctivos o mejoradores de suelo, su adición no es la adecuada por ser insuficiente o excesiva, causando carencias o excesos en cuestión nutrimental en el suelo y por ende deficiencia o toxicidad nutrimental en los cultivos.

Hay plantas que por sus características genéticas manifiestan de una manera muy clara las anomalías nutricionales que padecen, por lo que el examen visual de su morfología y de su desarrollo vegetativo es particularmente útil. Existen plantas que se pueden utilizar como indicadoras de síntomas de deficiencia; el tabaco, para todos los elementos minerales; la coliflor para N, Ca, Mg, K, Fe; la col, para N, P, K, Fe; la papa, para Mg, K, Fe, Mn; la remolacha, para Fe, Na, Mn, B (Bidwell, 1979). El maíz presenta ciertos síntomas que son característicos, pero otros son difíciles de diagnosticar a simple vista, ya que muchos de estos síntomas son similares, provocando confusiones, o bien no se manifiestan (hambre escondida), sino a etapas muy avanzadas de crecimiento cuando ya es muy tarde para remediarlo.

Los suelos alcalinos constituyen una gran superficie del territorio mexicano, y son características sus limitaciones nutrimentales debidas a las altas concentraciones de carbonatos, bicarbonatos y elevado grado de basicidad, por lo que comúnmente provocan deficiencias de nutrientes que llegan a repercutir substancialmente en el rendimiento de los cultivos. Debido a la baja disponibilidad de algunos nutrientes, en especial del fósforo, que en estas condiciones forma compuestos insolubles (fosfatos tricálcicos). Para atacar este problema, se ha utilizado el método más común que es el de disminuir el pH con derivados del azufre *e.g.* el ácido sulfúrico. De este modo, al suelo alcalino (suelo Solonetz) utilizado, se le aplica este método correctivo para disminuir su alta basicidad (pH de 9).

De todo lo anterior, se infiere lo importante que resulta conocer más a fondo la problemática inherente que se presenta al estudiar y tratar de interpretar correctamente el estatus nutrimental de un cultivo como el maíz, sobre todo en su etapa más temprana de crecimiento, de tal forma que de poder llevarse a cabo un tratamiento correctivo, este resulte eficaz. En el presente trabajo se planteó diseñar un experimento que permitiera correlacionar algunos síntomas visuales de deficiencia y/o toxicidad nutrimental con los niveles nutrimentales obtenidos por análisis químico foliar, de tal forma que aún fenómenos como el denominado "hambre escondida", pudieran ser detectados a tiempo para ser corregidos; sin embargo, debido a que en el campo resultaría muy difícil encontrar una amplia gama de deficiencias nutrimentales, se planteó realizar la experimentación bajo condiciones controladas, de tal modo que se pudieran generar deficiencias nutrimentales extremas "naturales" y específicas usando diversos tipos de suelo, a los cuales se les aplicaron tratamientos correctivos tradicionales insuficientes o excesivos, como son el encalado, abonado, acidificación, deficiente o excesiva fertilización, etc.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Importancia del Cultivo de Maíz

El maíz es el alimento de mayor importancia en el país. Su consumo per cápita se calcula en 300 g/día que aportan el 56 % de las calorías y el 46% de las proteínas de la alimentación del mexicano, aunque en las zonas rurales este porcentaje aumenta. Por otro lado, el cultivo de maíz ocupa el 70% del suelo cultivable del país (La Jornada, 1999).

1.2.2. Clasificación Botánica del Maíz

El maíz presenta el siguiente perfil taxonómico de acuerdo a: Llanos, (1984), Reyes (1990), Jugenheimer, (1990) y González, (1995).

REINO: *Plantae*; DIVISIÓN: *Tracheophyta-embryophyta*; SUBDIVISIÓN: *Pterapsidae-angiospermae*; GRUPO: *Fanerógamas-glumiflora*; 13ª DIVISIÓN: *Espermatofitas*; CLASE *angiospermas*; SUBCLASE-CLASE: *monocotiledóneas*; ORDEN: *graminales-glumiflorae*; FAMILIA: *Gramineae*; TRIBU: *maydeae*; GENERO: *Zea*; ESPECIE: *Zea mays*. (maíz común).

1.2.3. Características Morfológicas del Maíz

El maíz es una planta herbácea anual de ciclo vegetativo que oscila entre 80 y 200 días, (en el caso de este híbrido cargill 908, su ciclo intermedio aproximado es de 5 a 5.5 meses), desde la siembra hasta la cosecha (Manuales para la educación Agropecuaria, 1985). Es de tallo recto y grueso, cilíndrico, aunque algo comprimido en la parte superior (De la Rosa, 1989), pudiendo sacar brotes (González, 1995). La caña está formada por nudos que varían de 8 a 25 con un promedio de 16 (Manuales para la educación Agropecuaria, 1985) y entrenudos macizos (Reyes, 1990). La caña no es hueca ó fistulosa como la de muchas gramíneas (De la Rosa, 1989), ya que presenta en su interior un compuesto de naturaleza medulosa que aumenta su resistencia (González, 1995).

Las raíces son fibrosas, blancas y cubiertas de radículas capilares, son abundantes y profundas ya que pueden alcanzar hasta dos metros de profundidad, debido a que se hunden muy poco en el terreno, pero se extienden a mucha distancia alrededor del cuello de la planta (De la Rosa, 1989). También presenta raíces de sostén o soporte, las cuales se originan en los nudos cerca de la superficie del suelo favoreciendo una mayor estabilidad, disminuyéndose así los problemas de acame (Manuales para la educación agropecuaria, 1985).

Las hojas del maíz son alternas, nacen en los nudos de la caña y la envuelven con su base, éstas son largas y aguzadas en la parte superior, se levantan con dirección a la caña, o se doblan tomando la figura de arco (De la Rosa, 1989). Las hojas presentan el nervio central muy manifiesto, la lámina o limbo de la hoja es de tamaño variable en largo y ancho (Reyes, 1990), éstas hojas son venosas (nervaduras longitudinales), ásperas y aserradas en sus bordes ligeramente vellosas de un verde más ó menos oscuro, comúnmente de un verde mar (De la Rosa, 1989). Aunque su color usual es verde, se pueden encontrar hojas rayadas de blanco y verde o verde y púrpura; el número de hojas por planta varía entre 8 y 25 hojas según la especie ó variedad (Manuales para la educación Agropecuaria, 1985; González, 1995).

El maíz es monoico (Reyes,1990), las masculinas se encuentran en panículas terminales y las femeninas (mazorcas) en espigas axilares envueltas por una espesa vaina (perfolia) de la que sobresalen los estigmas (Manuales para Educación Agropecuaria, 1985). Sólo existe una espiga por planta, en la parte superior, la mazorca está colocada en la parte inferior (De la Rosa, 1989).

1.2.4. Clima y Suelo para el Cultivo de Maíz

Un clima caliente y húmedo es el que mejor conviene al maíz para que su vegetación sea rápida, vigorosa y para que su fruto sea abundante. El maíz crece rápido y tiene buen rendimiento a una temperatura de entre 20°-30°C, con un suministro abundante de agua (Manuales para la educación agropecuaria, 1985). La planta puede soportar muy altas temperaturas pero es muy sensible al frío, exige bastante humedad, pero una humedad que esté evaporándose incesantemente, y re-suplementándose para mantener una alta tasa de evapotranspiración (De la Rosa, 1989).

El maíz debido a su sistema radicular, se adapta mejor a suelos de consistencia media, profundos, permeables y que contengan un porcentaje relativamente alto de materia orgánica (González, 1995). Para la obtención de una mejor producción, la calidad y la reacción del suelo deben estar balanceadas, ya que el maíz se desarrolla mejor a valores de pH de 6-7 (Worthen, 1980; Manuales para educación agropecuaria, 1985).

De acuerdo con Jugenheimer (1990), para obtener buenas cosechas es preferible un suelo de textura franca, ya que le permite al cultivo de maíz, tener un buen desarrollo de su sistema radicular, con una mayor eficiencia de absorción de la humedad y de nutrientes, además de evitarse los problemas de acame o caída de las plantas.

Una gran parte de los terrenos que se cultivan con maíz en la República Mexicana, son arcillosos de color rojo, los cuales son preferibles si contienen suficiente cantidad de arena, ya que las tierras pesadamente arcillosas son de menor conveniencia, dependiendo por supuesto también del clima ya que pueden llegar a ser muy frías y húmedas, o muy secas, según lo menciona De la Rosa, (1989). Sin embargo, otros autores señalan que los suelos para el cultivo de maíz deben ser arcillosos, bien aireados, profundos y fértiles además de contener abundante materia orgánica para proporcionar cantidades adecuadas de N, P y K (Manuales para la Educación Agropecuaria, 1985).

1.2.5. Nutrición Vegetal

Macronutrientes

Nitrógeno. (N)

De todos los nutrimentos requeridos para el desarrollo de la planta y para la formación de materia vegetal, el nitrógeno es el más importante para el cultivo de maíz. Es un componente fundamental de proteínas, ácidos nucleicos, clorofila y hormonas del crecimiento (Bartolini, 1990; Wild, 1992; Reyes, 1990), por lo que le proporciona el color verde sano a las plantas, favorece el crecimiento rápido y aumenta la producción (Graetz, 1997). Casi la totalidad del nitrógeno utilizado por el maíz, penetra en las raíces en forma de ión nitrato (NO_3^-), pero en el suelo se encuentra en muy pequeñas cantidades de forma asimilable (Reyes, 1990).

Bidwell (1979) señala que la presencia del N en el suelo es prácticamente resultado de la acción biológica y abonado artificial, ya que los suelos suelen ser deficientes en N más que cualquier otro elemento. Este elemento es soluble en agua por lo que se pierde fácilmente por lixiviación, favorece la descomposición de la materia orgánica fresca al alimentar a los microorganismos (Graetz, 1997).

Fósforo. (P)

Salisbury (1994) señala que el fósforo es parte esencial de muchos glucofosfatos que participan en la fotosíntesis, la respiración y otros procesos metabólicos, y también forma parte de nucleótidos (como RNA y DNA) y de fosfolípidos presentes en las membranas. Asimismo, es esencial en el metabolismo energético debido a su presencia en las moléculas de ATP, ADP, AMP y pirofosfato (Ppi). El P puede ser utilizado con bastante facilidad por la planta después de ser almacenado en sus tejidos. Esta presente en las soluciones del suelo como H_2PO_4^- y HPO_4^{2-} y se admite generalmente, que la absorción se hace principalmente en forma de H_2PO_4^- (Wild, 1992). Este elemento es determinante en la germinación de las semillas, el metabolismo de las plántulas, la maduración de frutos y semillas y desarrollo radicular (Reyes, 1990), además, por tener una función primordial en el metabolismo de las grasas y del nitrógeno; los estados iniciales de desarrollo del maíz son, por tanto, el período más crítico respecto a este elemento (Bartolini, 1990).

Potasio (K)

Wild (1992) señala que el contenido de K es aproximadamente, el mismo que el de N, entre los cationes es el más abundante en los jugos celulares, interviene, en la activación de muchas enzimas que de acuerdo a Salisbury (1994), son esenciales en la fotosíntesis, la respiración y para la transferencia de los almidones, azúcares y aceites. Regula el potencial osmótico al mantener la presión osmótica de los jugos celulares y participar en el mecanismo de apertura y cierre de estomas (Wild, 1992; Graetz, 1992). Con él se neutralizan otros aniones y grupos ácidos de macromoléculas orgánicas, ya que el potasio se intercambia con gran facilidad con otros minerales, tales como el sodio, calcio y magnesio, principalmente, tanto en los tejidos aéreos, como en la zona de absorción radicular (Llanos, 1984). Por esto, las interacciones de K con otros cationes en el medio nutritivo de la planta y el suelo, revisten gran importancia desde el punto de vista del metabolismo vegetal y de la absorción de estos elementos por las plantas. El maíz toma casi todo el potasio que necesita durante los primeros 80 días (Llanos, op. cit.). Este elemento contribuye también (de forma parecida al fósforo) a la formación de los tejidos fibrosos o de sostén de la planta.

Nutrientes Secundarios

Calcio (Ca)

El calcio es un constituyente esencial y fortalece la estructura de la planta, al formar compuestos que son parte de las paredes celulares del tallo y de las hojas (Graetz, 1997). Éste se acumula principalmente en las hojas de maíz, mientras que el grano contiene cantidades muy bajas de este elemento (Llanos, 1984).

Salisbury (1994) señala que el calcio se absorbe como ion Ca^{2+} y la mayoría de los suelos tienen el calcio necesario para permitir un crecimiento vegetal adecuado, además que juega un papel importante en éste, ya que permite tener y mantener una buena estructura y un pH correcto debido a que el calcio promueve la descomposición de la materia orgánica, liberación de nutrientes y proporciona una buena retención del agua. Sin embargo, un exceso provoca una deficiencia de potasio, fósforo, magnesio, cinc y hierro (Graetz, 1997). Al calcio se le reconoce también un importante papel en varias reacciones enzimáticas (Llanos, 1984).

Magnesio (Mg)

El Mg es un componente fundamental y específico de la clorofila (porfirina magnésica), en la que un átomo de magnesio está ligado a cuatro anillos pirrólicos (Bartolini, 1990), mantiene un equilibrio dinámico con otros cationes en especial con el potasio y el calcio (Llanos, 1984). Es un cofactor necesario en muchas reacciones enzimáticas, en especial las de síntesis, degradación y utilización de los hidratos de carbono por la planta y al igual que el K, el Mg favorece el estado de hidratación de los coloides, también contribuye positivamente a la nutrición fosfórica de la planta. Las necesidades de Mg para el maíz son parecidas a las de calcio o fósforo. Sin embargo, el Mg se acumula en las semillas en mayor cantidad que el Ca. Las concentraciones de Mg en las distintas partes de la planta son parecidas a las de fósforo (Wild, 1992).

Micronutrientes

Manganeso (Mn)

El Mn, al igual que el Mg puede intervenir como cofactor de muchas enzimas que actúan sobre materiales fosforilados, interviene también regulando los niveles de auxina en los tejidos vegetales mediante la activación del sistema auxina – oxidasa (Wild, 1992). Algunas de las reacciones enzimáticas del ciclo tricarbólico, especialmente las descarboxilasas y las deshidrogenasas, son activadas también por el Mn, pero como este puede ser sustituido por Mg, la importancia relativa de ambos elementos es aún incierta. El principal papel comprobado para el Mn es el que juega en la evolución del oxígeno en la fotosíntesis, ya que está presente en los cloroplastos en un complejo que oxida el agua para producir oxígeno molecular, iones hidrógeno y electrones (fotólisis) (Salisbury, 1994; Wild, 1992). La estructura y el funcionamiento del complejo son desconocidos, pero se ha sugerido que el Mn puede actuar como un sistema redox que cambia su grado de oxidación. La intervención del Mn en la evolución fotosintética del oxígeno, se refleja en los importantes cambios que se producen en los cloroplastos de las plantas con deficiencia de Mn. El manganeso es absorbido de la solución del suelo en forma de Mn^{2+} y trasladado a la parte aérea como ion libre (Wild, 1992). Las necesidades del maíz en manganeso son relativamente pequeñas si se compara con la de otros cultivos (Llanos, 1984).

Hierro (Fe)

Wild (1992) señala que las funciones y los efectos fisiológicos del hierro en las plantas dependen de los cambios en sus estados de oxidación, entre Fe^{2+} y Fe^{3+} , y de la formación de complejos con radicales orgánicos e inorgánicos. Se ha demostrado que las raíces de las plantas reducen el Fe^{3+} a Fe^{2+} y este proceso parece que es un requisito esencial para absorberlo a partir de la solución del suelo. Después de su absorción el Fe^{2+} se oxida y se trasloca a la parte aérea en forma de citrato férrico. Parte del hierro puede almacenarse en las hojas en forma de una fosfoproteína férrica (fitoferritina), que sirve de reserva para el desarrollo de los plastos y en consecuencia para la fotosíntesis, ya que forma parte de ciertas enzimas y numerosas proteínas que acarrean electrones durante la fotosíntesis y la respiración. (Salisbury, 1994).

1.2.6. Síntomas de Deficiencia y Toxicidad Nutricional

Macronutrientes

Nitrógeno (N)

Los síntomas de deficiencia de nitrógeno más frecuentes consisten en una clorosis general (color verde claro-amarillento en forma de "V") (Universidad de Illinois, 1980; Bartolini, 1990), causada por ser las proteínas del cloroplasto las primeras en ser afectadas (Pessaraki, 1995). Especialmente ésta se inicia en las hojas más antiguas (Salisbury, 1994; Universidad de Illinois, 1980), debido a que el nitrógeno de las proteínas es convertido en una forma soluble y trasladado para activar las regiones meristemáticas y rehusado en la síntesis de nuevo protoplasma, de ahí que una deficiencia de nitrógeno se presente primero en hojas viejas que en jóvenes (Tisdale, 1985). Algunas plantas incluyendo tomate y ciertas formas cultivadas de maíz, muestran una coloración púrpura causada por la acumulación de pigmentos de antocianina (Salisbury, 1994).

Juscafresa (1984) y Reyes (1990) entre otros, señalan que los síntomas suelen aparecer con cierta rapidez cuando se produce el déficit en el suelo, ya que las plantas apenas almacenan en sus tejidos reservas de N utilizable, en casos severos las hojas se toman por completo amarillas y luego se necrosan y secan a medida que mueren, mientras que las hojas más jóvenes permanecen verdes por más tiempo, estas plantas presentan un menor crecimiento (de tallo y raíces), hojas pequeñas, brotes cortos y delgados; por lo que, las plantas se debilitan y se hacen

susceptibles al acame, al ataque de plagas, enfermedades y condiciones del medio. La fase vegetativa se reduce, por lo que presenta una maduración temprana y en consecuencia un término temprano del ciclo de vida con frutos y semillas pequeños (Pessaraki, 1995 y Graetz 1997).

Berger (1998) considera que la deficiencia de nitrógeno no es fácil de detectar en las etapas tempranas de crecimiento, los síntomas severos rara vez aparecen antes que la planta haya llegado a la altura de la rodilla. En el caso contrario, un exceso de nitrógeno provoca en las plantas una coloración verde oscura y presentan abundancia de follaje por lo común con un sistema radicular de tamaño mínimo (se produce un aumento de compuestos aminados solubles y de proteínas; al mismo tiempo, al aumentar su contenido proteico las hojas crecen más y se incrementa la superficie foliar para la fotosíntesis) (Wild, 1992). La floración y la formación de semillas se ven retardadas (Salisbury, 1994), presentan tejidos blandos y delicados, escasos en fibras, por lo que resultan susceptibles al acame, a la agresión del medio ambiente, las plagas y enfermedades. Otro síntoma frecuente de un exceso de N es que en plena madurez las barbas o sedas permanecen verdes (Llanos, 1984).

Fósforo (P)

Bartolini (1990) señala que la carencia de fósforo en el maíz es frecuente y se manifiesta por una coloración en las hojas de tinte púrpura, debido a la formación de antocianinas y reducción del contenido de clorofila (Reyes, 1990). A veces, se presentan pequeñas necrosis en el borde de las mismas, esta deficiencia es más pronunciada en las plantas jóvenes (Salisbury, 1994), ya que el fosfato se redistribuye con facilidad de un órgano a otro y se pierde en las hojas antiguas, acumulándose en las hojas jóvenes, flores y semillas en desarrollo; como resultado de esto, los síntomas de deficiencia se presentan primero en las hojas maduras. El fósforo nunca es reducido en las plantas en las que permanece como fosfato, ya sea libre o unido a formas orgánicas llamadas ésteres (Salisbury, 1994). Las plantas con deficiencia de P presentan enanismo, al presentar un crecimiento lento con tallos delgados y ahilados, el sistema radicular es pobremente desarrollado; la maduración se retarda por lo tanto, hay un retraso en la floración y fructificación (Reyes, 1990) y los cultivos tienen baja producción en grano y fruto (Juscafresca, 1984; Wild, 1992 y Graetz 1997).

En los primeros estados vegetativos, la absorción de fósforo por parte de la planta es insuficiente para satisfacer sus exigencias nutritivas; por lo que una falta de fósforo durante la

primera fase de desarrollo vegetativo puede producir efectos irreversibles que se dejarán sentir después por una deficiente formación de los órganos reproductores (Llanos, 1984).

En su carencia, difícilmente puede realizarse el proceso de fotosíntesis, por la falta de energía y movilización de sustancias en la planta. Esta carencia está determinada por diversos factores: insuficiencia de fósforo, suelo compactado y frío, muy encharcado o muy seco, alta relación nitrógeno / fósforo o potasio / fósforo que obstaculizan la absorción radicular del fósforo (Universidad de Illinois, 1980; Berger 1998).

Potasio (K)

El signo más característico de la deficiencia de este elemento es la muerte prematura de las hojas más viejas, ya que el potasio es muy móvil en la planta y se desplaza con mucha facilidad a las hojas más jóvenes (Wild, 1992), también se puede observar la aparición de pequeñas manchas blancas, amarillas o café rojizas (Graetz, 1997), las puntas se necrosan y secan observándose quemaduras o coloración café en los bordes de las hojas inferiores (Berger, 1998), la raíz tiene un desarrollo pobre, y se retrasa el desarrollo de la planta, reduciendo su vigor y altura (Juscáfresa, 1984), al presentar tallos cortos (enanismo), con nudos de color café-oscuro, fácilmente observable cortando el tallo longitudinalmente (Llanos, 1984; Graetz, 1997); a veces, las mazorcas no granan bien y los granos en el extremo de las mismas quedan poco apretados y se caen con facilidad (Llanos, 1984) formando mazorcas imperfectas de poco valor (Graetz, 1997).

Una reducción en los niveles de iones K^+ en la planta, causa clausura de los estomas y reduce la sobretoma de agua de las partes aéreas a través de la transpiración y la presión en la raíz, reduciendo la turgencia de las células provocada por un estrés por agua, y al ser el potasio muy móvil, el ión es transportado durante la deficiencia de potasio desde las hojas viejas a las hojas jóvenes y regiones meristemáticas, observando los síntomas de deficiencia primero en las hojas viejas de la planta (Pessarakli, 1994).

Esta deficiencia se ve favorecida en los suelos arenosos, orgánicos, húmedos o compactos, así como por insuficiencia de K en el suelo o aplicada y por remoción pronunciada de K por el cultivo o cultivos precedentes (Bartolini, 1990). Así mismo Wild (1992) considera que aportes moderados de potasio al suelo pueden ser suficientes para los cultivos en condiciones de bajos contenidos de nitrógeno y fósforo asimilables, pero pueden resultar deficitarios cuando éstos aumentan. Por esta razón, se observan con frecuencia signos de

deficiencia potásica sólo cuando se aplican abonos nitrogenados y fosfatados en los cultivos. Los excesos de potasio en el suelo, como los ocasionados por fuertes abonados potásicos, pueden deprimir la asimilación de otros cationes, especialmente del magnesio y provocar reducción del crecimiento por aparición de estados carenciales de éstos.

Nutrientes Secundarios

Calcio (Ca)

La deficiencia de calcio es poco frecuente en el maíz, cuando se presenta se nota por la imposibilidad de las hojas de emerger o abrirse, de forma tal que los extremos permanecen unidos dando el efecto de una escalera. Las plantas afectadas pueden tomar un tono verde amarillento tenue y atrofiarse severamente. Esta deficiencia se ve favorecida por un pH bajo (menos de 5.5. en suelos minerales y 4.8 en suelos orgánicos) y alto contenido de K o Mg. (Universidad de Illinois, 1980). De acuerdo con Llanos (1984), los síntomas por carencia de Ca en la planta de maíz, consisten principalmente en el ennegrecimiento del ápice vegetativo. Estos síntomas no se suelen presentar en suelos con pH igual o superior a 6. En suelos arenosos con pH inferior a 4.5 es fácil que se aprecien en las plantas síntomas anormales que no pueden ser atribuidos a un déficit de calcio. Las causas más frecuentes son la escasez de algunos elementos, o su difícil asimilación por la planta, el exceso de manganeso o de aluminio en el medio nutritivo o una defectuosa nitrificación. Un exceso de Ca puede inducir un déficit en potasio y magnesio, así como de algunos microelementos tales como manganeso, hierro o cinc.

Graetz (1997) considera que una deficiencia de calcio puede provocar deformaciones de las hojas nuevas, puntos de crecimiento débiles, tallos también delgados, raíces alargadas y arracimadas y hojas encarrujadas (hojas deformes, que no se forman bien). Los bordes de las hojas toman una coloración amarilla o café.

Magnesio (Mg)

Wild (1992) señala que los síntomas de deficiencia magnésica son diferentes para las distintas especies, pero el primer síntoma corresponde siempre a un amarillamiento o clorosis, entre los nervios de las hojas más viejas debido al menor contenido de clorofila, donde el envés de las hojas puede a veces tomar un color púrpura; siendo en las hojas altas los síntomas menos

acusados debido a un mecanismo de aviso por el que el Mg se moviliza hacia las partes más jóvenes de la planta (Llanos, 1984). Graetz (1997). Los tallos se presentan débiles, raíces amacolladas y en las hojas de maíz se pueden observar rayas blancas o amarillo – claras.

Según Graetz (1997), la carencia por manganeso provoca que las hojas presenten manchas amarillas, rojas o cafés, nervadura verde. Un cultivo de maíz puede presentar carencia de magnesio, sin que en el suelo haya carencia de este elemento, especialmente en los suelos ácidos y ligeros en años muy lluviosos, si el nitrógeno se ha aportado en forma amoniacal o después de un fuerte abonado potásico (Bartolini, 1990), también esta deficiencia se da como consecuencia de fuertes enclados en suelos ácidos o arenosos al presentarse una deficiente absorción de Mg por reacción de los iones Ca^{2+} ; también altos niveles de K^+ ó NH_4^+ en la rizosfera pueden producir limitaciones en la absorción del magnesio (Graetz, 1997)

Micronutrientes

Hierro (Fe)

El maíz tiene exigencias de hierro bastante bajas, en comparación con otros cultivos. Se acumula particularmente en los nudos, disminuyendo de los nudos inferiores a los superiores (el hierro se acumula en menor cantidad en los nudos superiores del tallo del maíz que en los inferiores). La mayor concentración de hierro se encuentran en las raíces y las más bajas en la espiga y en la parte del tallo situada por encima de la espiga (Benne et al. 1964, citado por Loué, 1988). Las deficiencias de hierro en el maíz son bastantes escasas pero de acuerdo a la Universidad de Illinois (1980) y Graetz (1997) una deficiencia de Fe hace que las hojas superiores se tornen de color verde pálido o blanco entre las nervaduras a lo largo de toda la hoja, además de presentar un crecimiento débil. Wild (1992) señala que los síntomas de carencia de hierro son parecidos a los de magnesio, ya que ambos originan importantes clorosis entre los nervios de las hojas. Sin embargo, en el caso de la carencia de hierro, las hojas más afectadas son las más jóvenes ya que este elemento no se desplaza con facilidad.

La deficiencia de este microelemento en las plantas puede ser propiciada en suelos alcalinos (Universidad de Illinois, 1980) debido a que la solución nutritiva en condiciones alcalinas, reducen la asimilación del hierro en la planta (Pessarakli, 1994); sobre todo en

presencia de humedad elevada, mala aireación, suelos compactos y un clima frío (Loué, 1988). Aunque se sugiere que el elevado pH y la acción antagonista del calcio son las causas de estas clorosis, parece ser que puede atribuirse a los iones bicarbonato (HCO_3^-) que reducen la absorción y la movilidad del hierro en el interior de la planta (Wild, 1992). También este mismo autor considera que los aportes excesivos de manganeso, cinc, cobre y algún otro elemento metálico pesado, pueden inducir síntomas parecidos a las de las carencias férricas, debido, posiblemente a efectos antagónicos, ya sea en su absorción o en su traslocación a los puntos funcionales de la planta. Así se tiene que los altos niveles de manganeso en el suelo pueden inducir una clorosis férrica, debido a que el ión Mn^{2+} puede ocupar el sitio enzimático que normalmente ocupa el hierro, reduciendo competitivamente los niveles de este último (Pessaraki, 1994). En plantas que sufren carencias de hierro se presenta una relación relativamente elevada entre el fósforo y el hierro, pero no está claro si esta relación es la causa o el resultado de la clorosis.

Manganeso (Mn)

De acuerdo con la Universidad de Illinois (1980), los síntomas por deficiencia de Mn son imprecisos debido al bajo requerimiento de este elemento por parte del maíz, las hojas se tornan verde-olivo y algo veteadas, en casos graves, las hojas deficientes pueden presentar vetas alargadas, blancuzcas, cuyos centros se tornan marrones, se mueren y caen. Por su parte Wild (1992) señala que los síntomas externos de carencias de Mn varían considerablemente entre las distintas especies y cultivares, siendo que los primeros síntomas aparecen tanto en las hojas jóvenes como en las más viejas y comprenden una amplia gama de manchas cloróticas y necróticas. Dado que las necesidades del maíz con respecto al manganeso son relativamente pequeñas si se compara con otros cultivos (Llanos, 1984), se tiene que las condiciones del suelo y en especial las del pH, influyen sobre la asimilación del Mn por la planta. Esta deficiencia se ve favorecida por suelos turbosos y de turba descompuesta con un pH alto y arenosos, con un contenido alto de materia orgánica; mientras que en suelos excesivamente ácidos, la solubilidad del Mn aumenta de forma que puede llegar a perjudicar a las plantas. También un exceso de abonado con cloruro potásico puede tener un efecto en el mismo sentido, especialmente en suelos bajos de limo. De los síntomas que puede presentar la planta a causa del exceso de Mn son la reducción del crecimiento, lesiones en las hojas similares a la clorosis, y en casos extremos, intoxicación de la planta (Wild, 1992).

Los nutrimentos son utilizados por las plantas para su máximo crecimiento y reproducción, por lo que la relación entre la química del suelo y fertilidad son de gran importancia para su interpretación, al utilizar la técnica del análisis foliar el contenido de un nutrimento en particular en la planta indica que tan viable se encuentra éste en el suelo (Mengel, 1982). La óptima relación entre 2 nutrimentos produce un máximo del rendimiento, cuando éstos se encuentran en rangos respetivos de suficiencia (Soltanpour, 1995), pero al presentarse síntomas visuales no sólo por una clorosis, pigmentación o necrosis en las plantas, si no también, al observarse una disminución del tamaño y número de hojas, así como poco follaje y debilidad en las hojas, todos estos signos pueden estar relacionados con problemas de nutrición. Por lo que los parámetros físicos considerados (altura de la planta, número y ancho de las hojas, grosor del tallo y rendimiento en peso fresco) junto con el análisis químico foliar pueden ayudar a aislar y reconocer a tiempo los síntomas de deficiencia y/o toxicidad más comunes presentados en las plantas de maíz bajo estos tratamientos.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Correlacionar los síntomas visuales específicos de deficiencia y/o toxicidad de nutrientes individuales, así como el comportamiento cinético de algunos parámetros morfológicos de la planta (altura, número y ancho de hojas, grosor tallo y peso fresco de la planta), con los niveles obtenidos de estos por el análisis químico foliar en *Zea mays* híbrido cargill 908, en 5 diferentes tipos de sustrato (suelo arcilloso, arena de río, suelo salino-alcálico, composta y suelo rojo oxidado), bajo tratamientos de mejoramiento tradicionales específicos de encalado, abonado, acidificación, fertilización con N, P y K.

2.2. Objetivos Particulares:

- Generar deficiencias nutrimentales (con diversos tipos de suelo) con la finalidad de mostrar muy claramente la sintomatología temprana de la planta. Se exageró en la adición de algunos mejoradores químicos.
- Identificar visualmente y describir las diversas deficiencias nutrimentales que se presenten, provocadas por la aplicación de métodos de mejoramiento, como son: abonado, encalado, acidificación y fertilización con N, P, K, esto en comparación con lo mostrado por las plantas testigo de cada suelo.
- Evaluar el rendimiento en biomasa de la planta y parámetros morfológicos, como: número de hojas, área foliar, grosor de tallo y altura total, del híbrido Cargill 908, bajo los diversos tratamientos, con la finalidad de correlacionarlos con otros síntomas visuales de deficiencia y/o con los niveles nutrimentales de la planta.
- Cuantificar mediante el análisis foliar los niveles nutrimentales de elementos como N, P, K, Ca, Mg y algunos microelementos metálicos (Mn y Fe,) en las plantas de maíz en función a los tratamientos.
- Correlacionar mediante el análisis químico foliar, los síntomas de toxicidad diagnosticados visualmente, con aquellos evaluados a través del análisis de los parámetros morfológicos antes mencionados.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Condiciones Experimentales

Material biológico: Se trabajó con semillas de maíz del híbrido cargill 908, proporcionadas por la compañía Agroindustrias Integradas del Centro S.A. de C. V. (conocida actualmente como: Hards).

Unidad experimental: La unidad experimental consistió de una bolsa de polietileno de 30 X 30 con capacidad de 3 kg, utilizando 5 sustratos:

1. Suelo rojo oxidico (Luvisol)
2. Suelo salino-alcálico-sódico (Solonetz), estos dos suelos provenientes del municipio Juventino Rosas en Celaya Guanajuato y proporcionados por la misma compañía;
3. Suelo arcilloso (Vertisol-hálico-pélico), muestreado en los campos de cultivo de la FESC-UNAM Campo 4;
4. Arena de río y;
5. Composta proporcionados por el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la (FESC-UNAM). La composta fue elaborada en el Rancho San Isidro, en San Bartolo, Mpio. De Teoloyucan; bajo la supervisión del mencionado

Tratamientos y replicas: Se aplicó a los sustratos: técnicas tradicionales de mejoramiento en su caso ó fertilización química en pares (ver tabla 1.):

1. Abonado con estiércol al 50%
2. Encalado con cal al 20 y 50%
3. Fertilización con Nitrógeno (N) + Fósforo (P)
4. Fertilización con Nitrógeno (N) + Potasio (K)
5. Fertilización con Fósforo (P) + Potasio (K)

Se Utilizaron 10 replicas por tratamiento y cada envase contenía una planta.

Diseño experimental: La distribución de las unidades experimentales fue completamente al azar, donde a cada unidad experimental, se le asignó un número aleatorio (ver apéndice I. Tabla de números aleatorios) y se les acomodó y distribuyó en las mesas del invernadero (ver, Tabla 2 y 3.), colocando un total de 50 unidades experimentales por mesa.

Análisis estadístico: Para la interpretación de los resultados experimentales se realizó una prueba de significancia de las variables estudiadas (altura, ancho y número de hojas) utilizando la distribución t de Student con un nivel de confianza del 95% (0.05) (ver apéndice II y IX). Para el caso de los tratamientos, no se realizó ningún análisis estadístico debido a que sólo se pretendía generar deficiencias, y causar toxicidad con éstos a las plantas de maíz; asimismo para no exagerar el volumen del trabajo de tesis.

VARIABLES ESTUDIADAS. a)-altura total de la planta, esta medición se realizó tres veces por semana; b)- ancho de las hojas, se realizó una vez por semana con ayuda de un vernier ó flexómetro; c)- número de hojas, el conteo se realizó tres veces por semana, se fueron descartando las hojas germinales y las hojas que fuesen muriendo durante este proceso d)-. Diagnóstico visual, al presentarse los primeros síntomas visuales, se tomó la información sintomatológica y fotográfica por planta o en conjunto de plantas, sufriendo las mismas deficiencias, o expuestas al mismo tratamiento.

Manejo de resultados. Se correlacionó e interpretó de una manera más clara el diagnóstico visual por medio de los análisis químicos foliares (niveles de N, P, K, Mg, Ca, Mn y Fe), tabulando estos resultados para su evaluación y comparación con los obtenidos del diagnóstico visual y mediciones realizadas en la planta. Se presentan los resultados con el uso extensivo de graficas X-Y y de barras. En el caso de los substratos se incluyen las mediciones de algunas de sus propiedades físicas y químicas determinadas (color, textura, porcentaje de saturación de humedad pH, conductividad eléctrica y porcentaje de materia orgánica).

3.2. Trabajo de Laboratorio

El trabajo de laboratorio se dividió en dos fases: la fase I para la determinación de algunas propiedades físicas y químicas de los substratos (ver apéndice V) y la fase II para la determinación de los nutrientes en el follaje de las plantas de maíz (ver apéndice VI).

FASE I. Las propiedades físicas y químicas de cada uno de los substratos que se determinaron fueron: Color, textura, pH, conductividad eléctrica (C.E.), porcentaje de saturación de humedad (P.S.H.), porcentaje de materia orgánica (% M.O.) (ver apéndice V).

FASE II. De todo el material foliar molido, se tomó una alícuota de 0.3 g de cada una de las muestras, para llevar a cabo una digestión vía húmeda en tubos con H_2SO_4 – ácido salicílico – H_2O_2 , a partir de ella se tomaron alícuotas para la determinación de los macronutrientes (N, P, K, Ca y Mg) y micronutrientes (Fe y Mn). La determinación de Nitrógeno, fósforo, Hierro y Manganeso se realizó por colorimetría, la de potasio por Flamometría y la de calcio y magnesio se realizó por titulación con EDTA (Houba, et al., 1989) (ver apéndice VI).

3.3. Establecimiento de Tratamientos y Trabajo de Invernadero

3.3.1. Localización del Experimento

El presente trabajo de Investigación se llevó a cabo en el invernadero de cristal número 2, ubicado en las instalaciones de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM, en el municipio de Cuautitlán Izcallí, a una altura de 2250 msnm, entre los $19^{\circ} 37'$ y los $19^{\circ} 45'$ de latitud N y $99^{\circ} 07'$ y $99^{\circ} 27'$ de longitud W. La Facultad se encuentra al oeste de la cabecera municipal de Cuautitlán, Edo. de Méx., limitando al norte con el municipio de Teoloyucan, al sur con el de Tultitlán, al este con el de Melchor Ocampo, al oeste con el de Tepotzotlán, al noroeste con el de Zumpango y al sureste con Tultepec (González, 1998, citado por Bello, 2000).

3.3.2. Características del Invernadero

El invernadero cuenta con 3 mesas de madera, presenta ventilas a cada lado y aire acondicionado. Se rige el ambiente interno por las condiciones ambientales externas. Debido a que la fase experimental se realizó en verano (Julio- Agosto) se presentó una elevada evaporación, por lo que se mantuvo una mayor humedad mojando el piso y las mesas.

3.3.3. Manejo de los Substratos

3.3.3.1. Limpiado, Lavado y Homogeneización

Los substratos, se limpiaron o lavaron según el caso, además se homogeneizaron antes de empezar el llenado de bolsas. El proceso de limpiado consistió en retirar todo tipo de material excesivamente macroscópico o ajeno al suelo (paja, piedras, etc.). El proceso de lavado se realizó sólo para la arena de río, la cuál se lavó varias veces con agua corriente, después se enjuago con agua destilada y se secó al sol. La homogeneización consistió en mezclar perfectamente bien los suelos, desintegrando los terrones grandes con un martillo edafológico

3.3.3.2. Llenado de los Envases y Aplicación de los Tratamientos

En la tabla 1 se pueden apreciar los tratamientos que se aplicaron a los substratos

SUBSTRATO	T0 TESTIGO	T1 ABONADO	T2 ACIDIFICADO	T3 NITROGENADO	T4 -N +P,+K	T5 -P +N+K	T6 -K +P+N
-Luvisol	X	X		X			
-Vertisol	X	X					
-Solonetz.	X	X	X				
-Arena de río	X	X			X	X	X
-Composta	X						

Tabla 1. Tratamientos aplicados para cada tipo de substrato, donde la x está indicando a cuales substratos se les aplicó ese tratamiento (T0-nada; T1-abonado con estiércol de vaca, al 50% en volumen; T2-acidificado con H₂SO₄; T3-fertilización nitrogenada con urea; T4, T5 y T6-fertilización química: urea para N, KCl para K y superfosfato triple para P). (ver apéndice III.). Para el caso del tratamiento encalado, ya no se consideró en este cuadro debido a que no se obtuvieron los resultados esperados, al no haber sobrevivido ninguna de las plantas.

Se llenaron las bolsas de polietileno con los substratos, se pesaron con ayuda de una báscula de mano, para mantener un peso similar en el T0 (Vertisol. de 2.5 a 3 Kg, Arena de río de 3.5 a 4 Kg, Luvisol. de 2.5 a 3 Kg, Solonetz de 2.5 a 3 Kg, Composta. de 1.5 a 2 Kg). En el caso de

los tratamientos de fertilización, se utilizó urea, cloruro de potasio y superfosfato triple (ver apéndice III.). Para el abonado se les agregó en volumen, el 50% de estiércol de vaca. Para el T2 se acidificó el suelo con H_2SO_4 .

3.3.3.3. Ubicación y distribución aleatoria de los tratamientos en las mesas del invernadero.

101	102	103	104	105
106	107	108	109	110
111	112	113	114	115
116	117	118	119	120
121	122	123	124	125
126	127	128	129	130
131	132	133	134	135
136	137	138	139	140
141	142	143	144	145
146	147	148	149	150

MESA 3

51	52	53	54	55
56	57	58	59	60
61	62	63	64	65
66	67	68	69	70
71	72	73	74	75
76	77	78	79	80
81	82	83	84	85
86	87	88	89	90
91	92	93	94	95
96	97	98	99	100

MESA 2

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50

MESA 1

Tabla 2. Ubicación de los tratamientos (visto de la parte de arriba del invernadero). Donde en cada mesa se colocó un total de 50 unidades experimentales.

LUVISOL				VERTI.		SOLONETZ			ARENA DE RÍO					COMPOST.	
T0		T1	T3	TO	T1	T0	T2	T1	T0	T1	T4	T5	T6	T0	
12	13	5	4	25	19	11	26	2	3	1	8	10	43	45	16
14	21	31	9	67	23	37	39	6	27	17	128	24	109	135	22
29	47	33	18	79	38	52	59	7	34	20	35	28	124	104	41
63	57	36	58	92	42	61	94	15	44	49	40	30	125	112	46
108	85	53	82	96	50	65	121	54	48	64	56	32	126	114	105
129	88	62	90	143	51	70	123	72	55	69	66	60	144	115	116
137	93	77	97	145	71	106	138	73	68	75	86	78	149	119	136
140	102	84	100	155	74	111	142	95	80	76	103	81	152	120	139
148	117	91	127	159	83	130	146	98	107	87	110	99	153	122	158
154	151	141	132	160	101	131	150	147	156	118	113	133	157	134	89

Tabla 3. Distribución aleatoria de los Tratamientos, en las mesas del invernadero. Tratamientos correspondientes a cada tipo de suelo (TO-testigo, T1-abonado, T2-acidificado, T3-nitrogenado, T4-fertilización con P-K, T5-fertilización con N-K, T6 - fertilización con N-P), donde cada número corresponde a la ubicación aleatoria por mesa. (mesa 1-del 1 al 50, mesa 2 -del 51 al 100, mesa 3-del 101 al 150). Los cuadros vacíos del Luvisol y composta corresponden al tratamiento encajado que no resultó el adecuado.

3.3.4. Manejo del Cultivo

3.3.4.1. Siembra

Se prepararon charolas con rejillas de 3 x 3 cm, utilizando como sustrato “peat moss” (turba). Las rejillas se llenaron hasta unas tres cuartas partes de la profundidad, se colocó una semilla por cada rejilla, enseguida se cubrió con más “peat moss” y se humedeció, se regó continuamente la charola para mantener húmedo el sustrato.

3.3.4.2. Riego y Transplante

El transplante se efectuó cuando las plántulas alcanzaron una altura aproximada de 20-25 cm, colocando una plántula a cada una de las 10 réplicas por tratamiento. A las plántulas se les regó continuamente evitando la desecación del sustrato. Se regó con agua destilada a los tratamientos con arena de río y con agua corriente a los tratamientos restantes.

3.3.4.3. Cosecha y Manejo Postcosecha

La cosecha se realizó cuando las plantas presentaron un tamaño en el que ya el envase le era insuficiente a la planta a juicio del experimentador para seguir su crecimiento, llegando a alcanzar en algunos casos una altura superior al metro. Una vez concluida la cosecha, se realizaron las dos últimas mediciones, el rendimiento de biomasa fresca por planta, cortando la planta desde la base y pesándola en una balanza granataria y el grosor del tallo, realizando esta medición entre el primer y segundo nudo del tallo (a la mitad del entrenudo) con ayuda de un vernier. Las plantas cosechadas se deshojaron separando hojas viejas de las jóvenes y juntando las de los tratamientos correspondientes (réplicas del mismo tratamiento). Por otra parte las hojas viejas o jóvenes, con deficiencias notables de clorosis, necrosis y/o pigmentaciones, también se separaron. El material foliar se colocó dentro de bolsas de papel de estraza. Se midió la biomasa o peso fresco, posteriormente se secaron a una temperatura de entre 60 y 70° C durante 24 horas para análisis químicos posteriores. Una vez secas las muestras se volvieron a pesar (biomasa o peso seco). Con el material seco se procedió a realizar una molienda gruesa utilizando un molino manual para después pasar éste material a un molino eléctrico y obtener un molido fino.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por causa del tamaño del experimento y su diversidad, así como el de considerar a los síntomas visuales como algo subjetivo, no se aplicó un estadístico para establecer la significancia entre las diferencias de los diferentes tratamientos aplicados por substrato, sólo se recopilaron los datos originales de los parámetros morfológicos medidos, los cuales se presentan en el apéndice IX.

4.1. Propiedades Físicas y Químicas de los Substratos

4.1.1. Características generales y pruebas físicas y químicas de los substratos utilizados

SUELO	COLOR		CLASE TEXTURAL	pH	P.S.H	C. E. dS.m-1	%M.O.
	SECO	HÚMEDO					
Vertisol	Café claro 2.5Y5/2	Negro 5YR2.5/1	Arcillosa	6.9	62	0.2	3.23
Solonetz	Gris claro 2.5Y7/2	Café grisáceo 2.5Y5/2	Franca	8.5	44	2.2	0.70
Luvisol osc.	Café oscuro 7.5YR5/8	Rojo 2.5YR4/6	Franco limosa	6.5	46	0.23	1.05
Luvisol Claro	Rosa 5YR7/4	Rojo 2.5YR5/6	Franco limosa	6.8	65	0.23	0.27
Composta	-----	-----	-----	6.8	128	10	-----
Arena de río	-----	-----	Arenosa	7.3	29	0.054	-----

Tabla 4. Propiedades físicas y químicas de los substratos, donde se observa que la composta tiene un mayor porcentaje de saturación de humedad (P.S.H.) así como una mayor conductividad eléctrica (C.E.); mientras que el suelo Vertisol es el que presenta un mayor % de materia orgánica (% M.O.).

4.1.2. Suelo Vertisol

Verti significa suelo con movimientos internos, arcilloso con 30% o más de arcilla (Honorato, 2000), generalmente de color negro, gris o pardo rojizo, debido al tipo de arcilla expandible. Presenta grietas anchas y profundas cuando está seco y pegajoso cuando está húmedo (Porta, 1994), por lo que son difíciles de trabajar. Se les considera suelos fértiles y son dominantes de las zonas agrícolas de riego, con el 33.7 % de la superficie Nacional (Honorato, 2000). La muestra obtenida proviene de un Vertisol háplico -pélico, FAO (1988).

4.1.3. Composta

Este tipo de sustrato proporciona una serie de nutrientes asimilables por las plantas debido a su alto contenido de materia orgánica. Al descomponerse va liberando estos nutrientes, además, favorece la retención de humedad (López, 1978). Por otra parte, debido al elevado contenido de nutrientes tanto en la fase sólida como en la fase líquida, se pueden presentar reacciones antagónicas, debido a que existe competencia entre muchos aniones, lo que provoca inactividad o carencia de uno o varios nutrientes, por lo común de iones metálicos como el Fe, Cu, Mn (Loué, 1981).

4.1.4. Arena de Río

Este tipo de sustrato, resulta ser de naturaleza inerte, debido a su casi nula capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), por tratarse de un material suelto, incapaz de retener nutrientes, agua y debido a la baja superficie de reacción química, característico de esta clase textural.

4.1.5. Suelo Luvisol

Este tipo de suelo, presenta un color rojo, caracterizado por la acumulación de materiales férricos, de aquí su clasificación como Luvisol férrico según la FAO-UNESCO-ISRIC (1988) de acuerdo a la taxonomía de suelos de los E. U. A. es un typic hapustalf (un alfisol háplico típico). Presenta un horizonte arcilloso con acumulación de arcilla iluviada (Porta 1994), que evidencia un proceso continuo de lavado de bases (Honorato, 2000).

4.1.6. Suelo Solonetz

Se caracterizan por tener una excesiva acumulación de sales y en particular un alto contenido de sodio. Presentan una estructura prismática o columnar (Honorato, 2000). Un suelo salino produce generalmente efectos dañinos a las plantas por poseer una gran concentración de sales, provocando una disminución en la actividad de muchos microorganismos y afectando la permeabilidad de las células radicales en contacto con el suelo; también incrementa la presión osmótica produciendo una sequía fisiológica (Rodríguez, 1982). El suelo según la FAO-UNESCO-ISRIC (1988) es clasificado como un Solonetz háplico, ó según la taxonomía de E. U. A. es un haplic Natriustalf.

4.2. Síntomas Visuales

4.2.1. Tratamiento Vertisol – Abono

4.2.1.1. Vertisol Testigo (VRT0)

Estas plantas presentaron un buen tamaño relativo a los otros sustratos, resultando ser una de las plantas más grandes, aunque el ancho de las hojas fue menor a los otros 2 tratamientos (VRT1-abonado y CT0-composta testigo). Se presentó en algunas hojas viejas, una leve coloración púrpura, y fue muy notable su coloración verde claro-pálida (clorosis) en toda la hoja, y en la mayoría de las hojas tanto viejas como jóvenes, diagnosticando visualmente por esto, una ligera deficiencia de nitrógeno (Bartolini, 1990) y una posible deficiencia de fósforo por la coloración púrpura en las hojas, a causa de la formación de antocianinas según lo discutido por Reyes, (1991).

4.2.1.2. Vertisol Abonado (VRT1)

Este fue uno de los suelos donde las plantas presentaron un mayor tamaño, observándose hojas grandes y anchas, con abundante follaje y un color verde sano, esto en comparación con el VRT0 (Vertisol testigo), inicio con una coloración púrpura en el borde de hojas viejas de algunas plantas, después se presentó primero en unas cuantas plantas una clorosis intervenal en las hojas jóvenes, generalizándose finalmente esta clorosis en la mayoría, pero no siendo tan marcada como la que se presentó en la CT0 (Composta testigo). El diagnóstico indica una deficiencia de Cu, por presentarse este tipo de clorosis intervenal en hojas jóvenes, en franjas, poco peculiares y no asociadas con la presentada por otros como el Fe y Mn. Esta deficiencia de Cu puede ser muy común en suelos con contenidos excesivos de materia orgánica (Loué, 1980).

4.2.1.3. Composta Testigo (CT0)

Con este tratamiento resultaron las plantas de mayor tamaño, mayor ancho de las hojas y mayor follaje, sin embargo, el primer síntoma de deficiencia que se observó fue una clorosis intervenal no característica de la presentada por metales como el Fe y Mn, en hojas jóvenes, diagnosticándose para esta razón una deficiencia de cobre.

El Cu, se reporta que puede encontrarse en forma deficiente al ser fuertemente quelado por los ligantes orgánicos (Aguirre, 2001, comunicación personal y Mortvedt et al., 1991), mostrándose muy ligeramente y marcándose posteriormente cada vez más en la mayoría de las plantas, siendo esta clorosis muy marcada y pareja en las rayaduras.

4.2.2. Arena de río

4.2.2.1. Arena Testigo (ART0)

Los primeros síntomas que se presentaron fueron la coloración púrpura en el borde de las hojas viejas (deficiencia de fósforo), después una coloración verde clara en las hojas jóvenes y marchitez en las puntas y orillas de las hojas viejas (deficiencia de potasio). A los 42 días se presentaron una variedad de síntomas diversos, que no fueron generalizados para todas las plantas por igual, algunas mostraron un buen tamaño, buen ancho de hojas y número de estas, otras presentaron una extrema coloración púrpura en las hojas tanto en las hojas viejas como en las jóvenes. En otras plantas se observó un menor tamaño y una coloración púrpura en hojas viejas y se presentaron hojas muy anchas, también algunas presentaron hojas corrugadas en los bordes. A los 63 días de cultivo, aunque en algunas su tamaño era relativamente bueno, con hojas anchas, su coloración en hojas jóvenes era ya verde claro y la mayor parte de las hojas presentaron una coloración púrpura en el borde, acentuándose más en las hojas viejas, además de marchitez desde la punta y borde hacia el centro de las hojas viejas.

4.2.2.2. Arena Abonado (ART1)

Los síntomas mostrados comenzaron a aparecer a los 10 días después del trasplante, presentándose una coloración púrpura muy tenue, en el borde las hojas viejas, debido a la formación de antocianinas y reducción del contenido de clorofila (Reyes, 1990). También se registró una deficiencia sintomática de potasio debido a la marchitez en la punta de estas hojas, ocasionando la muerte prematura de las hojas viejas ya que el potasio (elemento móvil) se desplaza con facilidad a las hojas más jóvenes (Reyes, 1990). Las plantas siguieron creciendo llegando a alcanzar una buena altura y ancho de hojas, siendo las plantas de las más grandes, con una coloración verde sano, un mejor aspecto, a excepción de las lesiones en las puntas de algunas hojas viejas.

4.2.2.3. Arena - N, +P, +K (ART4)

Bajo este tratamiento, la mayoría de las plantas presentaron los borde corrugado en hojas nuevas y jóvenes, además de una coloración púrpura en la punta, nervaduras y bordes, de las hojas viejas (deficiencia de fósforo), mientras que en las hojas jóvenes, presentaron un color verde claro y una marchitez extrema en hojas viejas (deficiencia de potasio). Este tratamiento fue muy parecido al ART0 (testigo), y aunque su tamaño fue un poco mayor que este, fue menor que el ART1 (arena abonado).

4.2.2.4. Arena - P, +N, +K (ART5)

A partir de los 8 días de cultivo, las plantas mostraron una deficiencia de potasio al observarse como síntomas una marchitez en la punta de las hojas viejas. Una deficiencia de fósforo, por presentar una coloración púrpura en la mayor parte de las hojas, posteriormente se presentó una falta de rigidez en las hojas jóvenes (probablemente causado por la escasez del fósforo o calcio), la mayoría presentó un tamaño pequeño y hojas angostas, extrema marchitez o lesión en la punta de las hojas viejas (deficiencia de potasio), su aspecto fue muy deteriorado, muy pequeñas en comparación con los otros tratamientos de arena ART0 (testigo), ART1 (abonado), ART4 (-N, +P, +K) y ART6 (+N, +P, -K), con poco follaje y sólo sobrevivieron el 70% de las plantas.

4.2.2.5. Arena, - K, + N, + P (ART6)

Con este tratamiento, a partir de los 8 días, a las plantas se les diagnosticó una deficiencia de K (marchitez en las puntas de las hojas viejas) aumentando esta a través del tiempo, y llegando incluso a presentar una extrema necrosis en las hojas viejas. Una deficiencia de fósforo también pudo ser apreciada por una coloración púrpura leve en las hojas viejas. Una de las hojas de una planta presentó clorosis intervenal muy marcada en hojas viejas (deficiencia de magnesio), también se presentó flacidez en algunas hojas aunque su coloración aparentó ser normal, y un buen tamaño. Ya a los 63 días, su tamaño fue como el de las del tratamiento ART1 (arena abonada) o un poco mayor, presentándose un color verde sano, esto en comparación a la arena testigo (ART0).

4.2.3. Suelo Luvisol

4.2.3.1. Luvisol Testigo (LUT0)

El tamaño que alcanzaron estas plantas fue regular a comparación del LUT1 (abonado), las hojas fueron angostas y los síntomas se presentaron en todas las plantas, las cuales correspondieron a una deficiencia de K por presentar una extrema marchitez en las hojas viejas y a una deficiencia de P al presentar una coloración púrpura inicial en el borde de las hojas viejas y siguiendo posteriormente con las hojas jóvenes.

4.2.3.2. Luvisol Abonado (LUT1)

Este tratamiento resultó ser el mejor tratamiento para este sustrato, ya que las plantas presentaron un mayor tamaño que el LUT0 (testigo) y LUT3 (nitrogenado), aunque presentaron, tanto una clorosis general como intervenal, al igual que una coloración púrpura en el borde, base y nervadura central de las hojas viejas (deficiencia de fósforo).

4.2.3.3. Luvisol Nitrogenado (LUT3)

Las plantas de este tratamiento, presentaron una necrosis en las puntas de las hojas viejas, además a los 15 días de cultivadas, se inició la aparición de una coloración púrpura en la mayor parte de las hojas viejas, acrecentándose al final del cultivo y presentándose en las plantas un aspecto deteriorado debido a la excesiva marchitez de las hojas viejas e iniciando en las hojas jóvenes, en estas últimas se presentó una flacidez. Sólo llegaron a sobrevivir el 50% de las plantas, el tamaño fue menor al testigo (LUT0) al presentar sus hojas angostas y pocos brotes de nuevas hojas. Las plantas en este tratamiento presentaron un menor follaje que el de los LUT0 (testigo) y LUT1 (abonado).

4.2.4. Suelo Solonetz

4.2.4.1. Solonetz Testigo (SZT0)

Las plantas en este tratamiento presentaron un tamaño pequeño y clorosis intervenal en las hojas jóvenes y clorosis generalizada en las hojas nuevas a muy temprana etapa. Este tratamiento presentó también hojas pequeñas y delgadas. La mayoría de las plantas también presentaron una

coloración púrpura en las hojas viejas y necrosis en la punta, estas, con clorosis tanto intervenal como generalizada desarrollando una notable recuperación al finalizar el período de cultivo, pero sin llegar a presentar una coloración verde sana. En las hojas viejas se presentó una clorosis intervenal (diagnosticándose una deficiencia de magnesio), aunque éstas sí se recuperaron notablemente en su coloración al pasar el tiempo. En el aspecto físico, las hojas terminaron ahusadas y muy angostas, no incrementándose el tamaño. Sólo el 60% de las plantas sobrevivieron.

4.2.4.2. Solonetz Acidificado (SZT2)

Las plantas bajo este tratamiento mostraron un tamaño muy pequeño parecido al del SZT0 (testigo), con un aspecto acebollado, hojas muy angostas y plantas con poco follaje. A los 21 días después del transplante se presentó en este tratamiento una clorosis generalizada en las hojas jóvenes y convirtiéndose posteriormente en una clorosis intervenal, e iniciándose también una leve coloración púrpura en las hojas viejas con marchitez en las puntas. La clorosis intervenal se fue acentuando más en las hojas jóvenes, al tiempo que la clorosis generalizada en las hojas nuevas. Las hojas al final, presentaron flacidez, aunque se observó una notable recuperación de la clorosis, tanto intervenal, como generalizada, sólo apreciándose un color verde más sano en éstas.

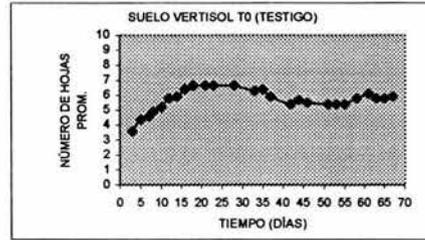
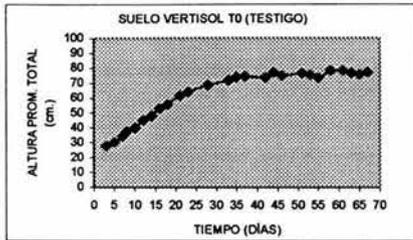
4.2.4.3. Solonetz Abonado (SZT1)

En las plantas bajo este tratamiento se observó muy claramente en un principio la falta de K por la marchitez de las puntas de las hojas viejas y un aspecto acebollado, sin embargo, este tratamiento después resultó ser donde las plantas crecieron más, en comparación de los otros dos tratamientos SZT0 (testigo) y SZT2 (acidificado). Aunque de mayor altura y ancho de hojas, así como de un mayor follaje, las plantas de este tratamiento presentaron una clorosis intervenal en hojas jóvenes (diagnosticándose como una deficiencia metálica mezclada de Cu, Fe y/o Mn.), y una clorosis generalizada en las hojas nuevas (correspondiendo con una deficiencia de Fe). Aunque esta clorosis no se presentó muy tempranamente como en el tratamiento SZT2, finalmente no pudo lograrse la recuperación del cultivo. Lograron sobrevivir el 90% de las plantas con este tratamiento.

4.3. Parámetros Morfológicos

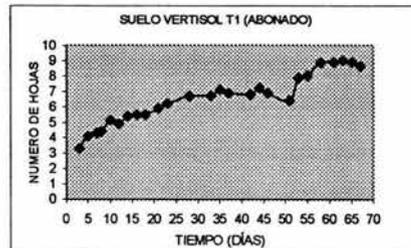
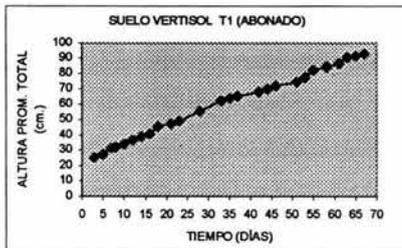
4.3.1. Altura de las Plantas y Números de Hojas

4.3.1.1. Substrato Vertisol / Composta



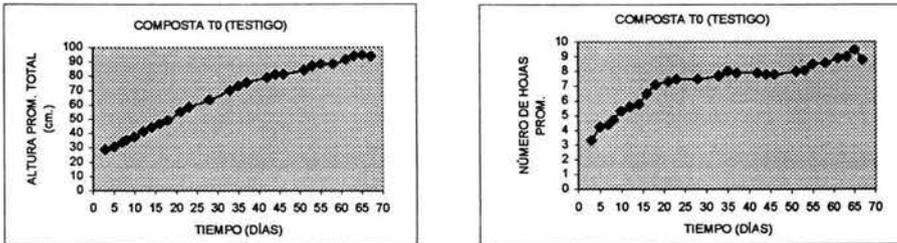
Figuras 1-2. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en suelo Vertisol tratamiento VRT0 (Testigo).

En la figura 1 referente a la altura de la planta en el substrato, Vertisol Testigo (VRT0), se puede observar que su crecimiento, aunque inicia con una relación proporcional en cuanto al tiempo, hasta los 25 días, después se mantiene una altura de entre 70 – 80 cm. hasta los 67 días del estudio. En el caso del número de hojas para este tratamiento, se puede observar (figura 2), que al igual que la altura de planta, ésta inicia lineal, para estabilizarse aproximadamente entre los 20 y 30 días y continuar con una decadencia en el número de hojas, patrón explicado por la muerte de las primeras hojas del ciclo, llegando a un número de hasta 5.5 hojas promedio al finalizar el estudio.



Figuras 3-4. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en suelo Vertisol abonado (tratamiento VRT1, abonado al 50% con estiércol).

En la figura 3 puede observarse que la altura de las plantas en el Vertisol abonado (VRT1), se incrementa de manera lineal, ya que al transcurrir los días, la planta sigue aumentando en tamaño. En el caso de la figura 4, para el número de hojas promedio, su comportamiento aunque no resulta lineal, la caída en el número de las hojas, se puede observar hasta los 52 días aproximadamente, esto se debe a la senescencia de las hojas primarias, mostrando posterior a esto una recuperación casi de inmediato al incrementar el número de hojas nuevas y siguiendo en aumento hasta 9 hojas de promedio final a los 60 días y una aparente estabilidad en este número, hasta los 67 días de duración del experimento.



Figuras 5-6. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Composta, tratamiento CT0 (Testigo).

Se puede apreciar en la figura 5, que la altura de las plantas, crecidas en composta pura (tratamiento CT0, testigo), que el comportamiento que muestra la curva es muy similar al presentado en el Vertisol abonado (VRT1), muy lineal, llegando a alcanzar hasta un metro de altura al finalizar el estudio (67 días). De la figura 6, el número de hojas en la composta CT0 (testigo), puede observarse que aunque presenta una tendencia al aumento del número de hojas, se da un estado de estabilidad entre los 25 y 50 días con un número de 7- 8 hojas, pasando este lapso de tiempo, y continuando con un aumento ligero pero gradual a partir de los 50 días y hasta los 65 días, alcanzando un número final promedio aproximado de 10 hojas por planta.

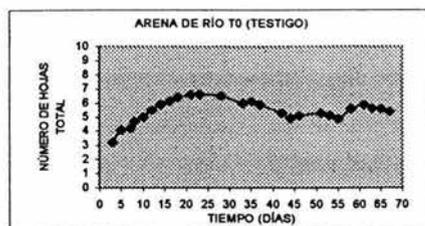
Comparando los tres tratamientos (VRT0, VRT1 y CT0), se observa un mayor tamaño y número de hojas en los tratamientos VRT1 y CT0, los cuales presentaron un comportamiento muy similar (figuras 1-3 y 5-6) en cuanto a la tendencia de la altura de la planta y el número de hojas (ambos alcanzaron una altura promedio de 1 metro aproximadamente y un número de 9 y 10 hojas respectivamente), difiriendo notablemente en comparación con el Vertisol Testigo (VRT0), donde la altura promedio total alcanzada por las plantas, fue tan sólo de 80 cm. y 6

hojas promedio (figuras 1-2). Por lo tanto, para este tipo de suelos (Vertisol háplico pélico) es recomendable abonar ya fuese con estiércol o con composta, para así mejorar sus condiciones e incrementar el rendimiento y producción del cultivo de maíz, ya que de por sí, presenta las condiciones físicas y químicas favorables para el cultivo (véase sección 4.1.).

Como lo señalan Orcutt y Nilsen (2000) los suelos con elevada materia orgánica y arcilla presentan alta capacidad de intercambio catiónico, además de presentar una gran capacidad de retención de agua y un pH neutro que permiten una mayor disponibilidad de la mayoría de los nutrientes. Sin embargo, al tratamiento VRT0 se le diagnóstico una deficiencia de Nitrógeno, causada por lo que menciona Soltanpour (1995) que es usualmente uno de los nutrientes más deficientes en el suelo; por otro lado, en el caso de los tratamientos VRT1 y CT0, fue diagnosticado una deficiencia de Cu (véase sección 4.2.), que de acuerdo con Mortvedt (1991), señala que en suelos orgánicos el Cu soluble es acomplejado con partículas de arcilla-humus para formar complejos insolubles.

Por tanto, el abonado no debe ser exagerado como en este caso (50% de estiércol de vaca para el tratamiento VRT1, y composta pura CT0), para evitar que el exceso de nutrientes puedan provocar problemas en el cultivo de maíz, no sólo nutrimentales como se mencionó anteriormente, sino también por lo que señala De la Rosa (1989), que al ser cultivado en un suelo demasiado fértil, produce un tallo robusto, hojas largas y anchas, muchos tallos y pocas mazorcas, que contienen una pequeña cantidad de granos comúnmente rojos y por consiguiente de una calidad mediana o inferior, que fue lo que ocurrió sobre todo con la CT0, el cuál fue el tratamiento con mejores rendimientos en cuanto tamaño, número y ancho de hojas, peso fresco y grosor del tallo (véase sección 4.2.). Debido a que el exceso de nutrientes causa problemas, el abonado debe ser el suficiente o lo necesario, sólo para favorecer y mejorar las condiciones nutrimentales del suelo, como son la retención de agua, porosidad y mayor porcentaje de materia orgánica, para incrementar la absorción de los nutrientes por la planta, y al mismo tiempo aumentar el tamaño de la planta sin provocar deficiencia de metales y producción de mazorcas de mala calidad.

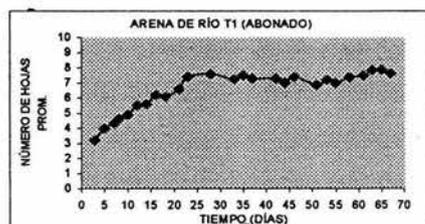
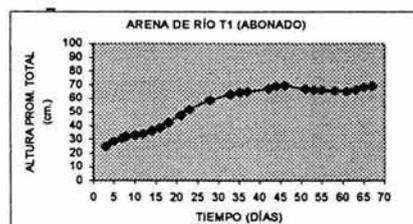
4.3.1.2. Arena de río



Figuras 7-8. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Arena de río, tratamiento ART0 (Testigo).

En la figura 7 puede apreciarse un crecimiento en términos de la altura de las plantas, de forma lineal muy al inicio (0-25 días), llegando a una altura estable final de 60 cm. Por otro lado, en la figura 8 se observa que el número de hojas aumento muy al inicio (0-25 días), continuando con una tendencia de altas y bajas, determinadas por el surgimiento de nuevas hojas y la muerte de otras.

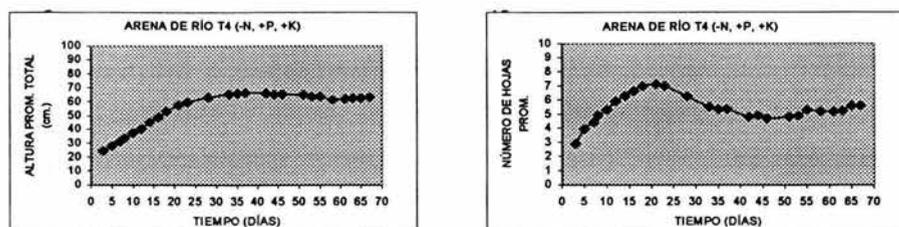
De este tratamiento, el cuál fue regado con agua destilada para evitar introducir minerales que favorecieran el crecimiento, se esperaba un nulo o poco crecimiento, debido a que no se estaban proporcionando los nutrimentos necesarios para su desarrollo. Quizás el crecimiento obtenido fue a causa de la soltura del sustrato y a la retención de agua en el envase, que le permitió el desarrollo de la raíz, ya que a las bolsas no se les hizo orificios, y la poca agua que se retuviese en el envase, fue aprovechada por la planta y los efectos notorios por las diferencias en el crecimiento y aspecto físico de las plantas se dieron por los tratamientos aplicados.



Figuras 9-10. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Arena de río, tratamiento ART1 (Abonado al 50% con estiércol).

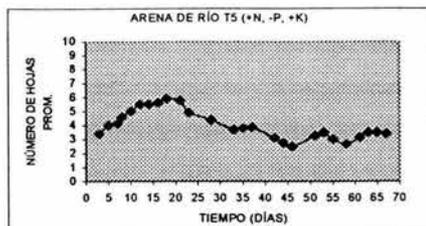
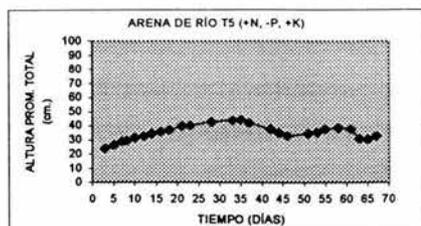
Al abonar este sustrato con estiércol como en el caso del tratamiento ART1, y debido a que no contiene los suficientes nutrimentos para satisfacer las necesidades del cultivo, se le está

proporcionando una cantidad disponible de nutrientes aniónicos para su absorción por las plantas (Donahue, 1981). Por esta razón, se apreció un efecto benéfico en el crecimiento de estas como puede observarse en las figuras 9 y 10, donde la tendencia de la altura y número de hojas es al transcurrir el tiempo, lográndose alcanzar una altura promedio de 70 cm y un número medio de 7 hojas por planta. Por esto último, los tratamientos con este sustrato, mostraron un crecimiento más satisfactorio, esto en comparación con los tratamientos de fertilización pareada y testigo.



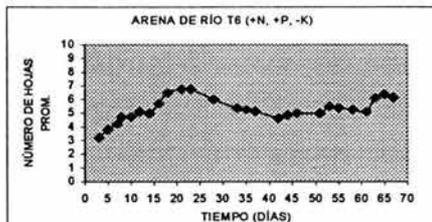
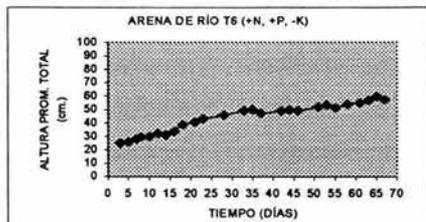
Figuras 11-12. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Arena de río, tratamiento ART4 (-N, +P, +K).

En los tratamientos ART4 (-N, +P, +K) figuras 11 – 12, y ART6 (+N, +P, -K) figuras 15 – 16, con ausencia de nitrógeno y potasio respectivamente, pero ambas con fósforo, se observa claramente que el elemento que le permite incrementar o mantener una altura promedio mayor y por ende, un mejor crecimiento, es el fósforo. Esto se debe a que el fósforo es el elemento esencial que presenta una importancia en el crecimiento energético de las plantas, ya que estimula la formación y crecimiento de raíces, otorga un rápido arranque en las plantas además de apresurar la maduración, entre muchas otras funciones (Sopher, 1982). Además en el caso del tratamiento ART4 en presencia de potasio y fósforo, su crecimiento en cuanto a la altura de las plantas (figura 11) es como estacionario en 60 cm. de altura, a partir de los 25 días y durante todo el período de estudio; mientras que en el número de hojas (figura 12) es apreciable una tendencia lineal hasta los 20 días y enseguida se da un decaimiento hasta los 45 días, punto después del cuál se observa un ligero aumento en el número de hojas.



Figuras 13-14. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Arena de río, tratamiento ART5 (+N, -P, +K).

Salisbury (1994) sustenta que la ausencia de fósforo en la planta provoca enanismo, fenómeno que pudo observarse claramente en el tratamiento ART5 (arena de río, +N, -P, +K) que en ausencia de fósforo decae su crecimiento a lo largo del tiempo. Confirmando lo del diagnóstico visual, ya que se diagnosticó la deficiencia de fósforo en este tratamiento al presentar una coloración púrpura en la mayor parte de las hojas viejas e iniciando en jóvenes a los quince días de cultivadas, incrementándose al paso del tiempo del cultivo.



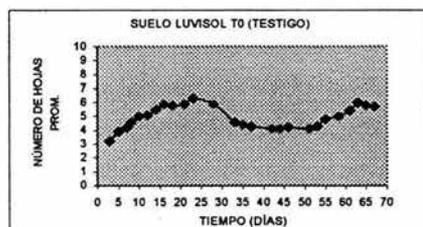
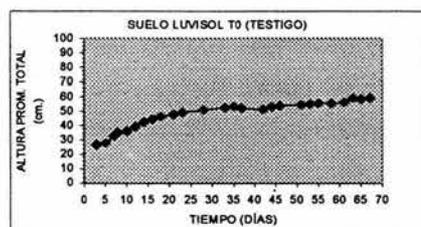
Figuras 15-16. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Arena de río, tratamiento ART6 (+N, +P, -K).

En las figura 15, se observa un aumento proporcional con el tiempo de altura de la planta, siendo su crecimiento final promedio no mayor a los 60 cm. En cuanto al número de hojas (figura 16), muestra un incremento lineal hasta los 25 días, periodo después del cuál se da un decaimiento y tendencias leves al aumento en el final del estudio, llegando hasta un número de 6 hojas promedio, alcanzando un mayor número de hojas que el tratamiento ART4 (-N, +P, +K). Estos cambios de los tratamientos del suelo arenoso (figuras 8, 10, 12, 14 y 16), se puede observar que para el número promedio de hojas después de los 25 días de cultivo se dio un decaimiento en casi todos los tratamientos, a excepción del abonado (figura 10), donde se incrementó de 6 hojas a los 25 días, a 7-8 hojas a los 65-67 días. En cuanto a la altura promedio (figuras 7, 9, 11, 13 y 15), la mayor altura alcanzada, fue con el tratamiento abonado (ART1) de

70 cm, los tratamientos restantes a lo más llegaron a los 60 cm, y el tratamiento más afectado fue el ART5 (+N, -P, +K) que no pasó de los 40 cm (ver figura 13), debido por supuesto a la ausencia de fósforo, ya que como lo señala Lonrenzatti (1999), las concentraciones foliares de Nitrógeno y Fósforo se reflejan en respuestas en el rendimiento, lo que no ocurre con las diferencias observadas en concentraciones foliares de micronutrientes.

Al elegir un sustrato que permitiera generar deficiencias individuales de nutrimentos, no sólo se diagnóstico por síntomas visuales como necrosis, pigmentación púrpura y clorosis, estas deficiencias (véase sección 4.4.), sino también se logró interpretar por las diferencias notables en cuanto al tamaño de las plantas y ancho de las hojas, donde fueron muy notables estas diferencias (véase sección 4.2.).

4.3.1.3. Suelo Luvisol

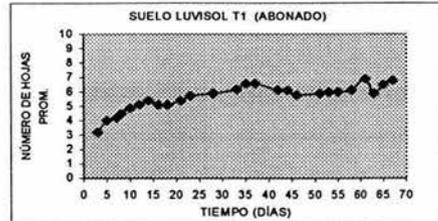
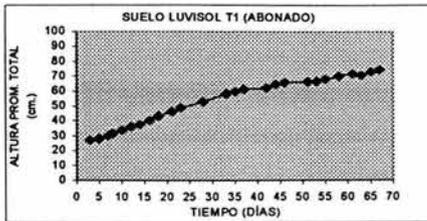


Figuras 17-18. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en suelo Luvisol, tratamiento LUT0 (Testigo).

En la figura 17 se muestra la altura de la planta alcanzado en el tratamiento testigo (LUT0) del Luvisol se aprecia un crecimiento lineal hasta los 20 días, mostrando una estabilización con una muy ligera tendencia al aumento en altura, pero no mayor a los 60 cm finales.

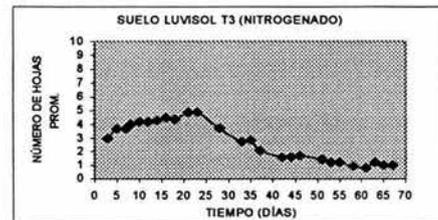
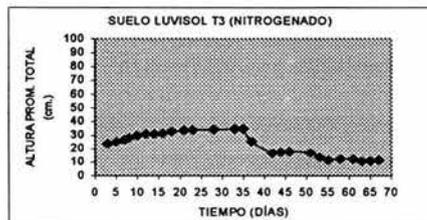
Al observar (figura 18) el número de hojas para este mismo tratamiento (LUT0), desde el comienzo se da un crecimiento lineal hasta los 25 días aproximadamente, siguiéndole un decaimiento en el número de hojas, incluso llegando a 3 hojas promedio, esto debido a la muerte prematura de las hojas viejas y a la tardanza de las plantas en recuperar esta pérdida, no logrando producir nuevas hojas, probablemente debido a la deficiencia presentada en este tratamiento y el poco movimiento de este elemento por las hojas viejas a las jóvenes, no cubriendo la energía requerida para un lapso de tiempo corto. Sin embargo, se puede observar

que a partir del día 55 se logra de nuevo reiniciar con la tendencia proporcional de crecimiento del número de hojas en función del tiempo, logrando alcanzar 6 hojas promedio al final del estudio.



Figuras 19-20. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Suelo Luvisol, tratamiento LUT1 (Abonado al 50% con estiércol).

Las plantas cultivadas en este mismo suelo pero bajo el tratamiento abonado (LUT1), se incrementa en tamaño la altura de la planta muy notablemente como puede apreciarse en la figura 19, donde las plantas presentaron una tendencia prácticamente lineal durante todo el período de estudio, alcanzando alturas mayores a los 70 cm, superando a las plantas del tratamiento testigo (LUT0). En cuanto al número de hojas (figura 20) aunque se observan altas y bajas durante todo el periodo de cultivo su tendencia general es al incremento alcanzando las 7 hojas promedio a los 65 días.



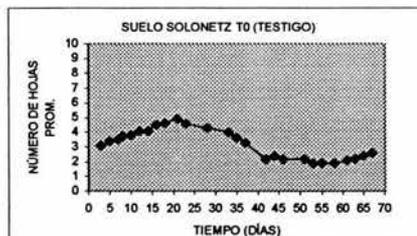
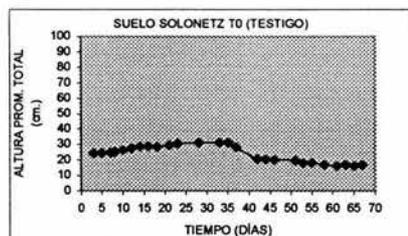
Figuras 21, 22. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Suelo Luvisol, tratamiento LUT3 (nitrogenado con urea).

Al aplicar una fertilización química al suelo Luvisol con el (tratamiento con nitrógeno, LUT3), puede observarse en las figuras 21 y 22 altura y número de hojas respectivamente, que sufren un notable decaimiento posterior al día 25, después de una tendencia lineal de crecimiento.

El comportamiento anterior es corroborado con el deterioro bastante notable observado visualmente y descrito en secciones anteriores (sección 4.2.) para las plantas de este tratamiento.

Se observó una marchitez extrema en las hojas viejas, incrementando la senescencia en un lapso más corto de tiempo y provocando un retraso en el desarrollo de nuevas hojas, y por ende, un retraso en el tamaño de la planta causado por la pérdida de hojas a temprana etapa de desarrollo. Este fenómeno parece ser causado a la falta de fósforo como de potasio, ya que para este tratamiento fue diagnosticada la deficiencia de estos dos elementos. Tanto el P como el K son necesarios e indispensables para el adecuado crecimiento de la planta, debido a su gran importancia en el metabolismo energético y enzimático, además de su contribución a la formación de tejidos fibrosos y de sostén (Orcutt y Nilsen, 2000).

4.3.1.4. Suelo Solonetz

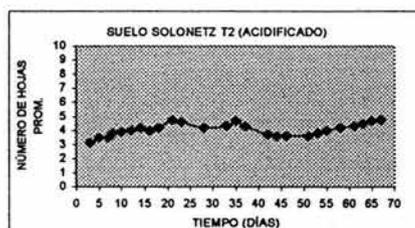
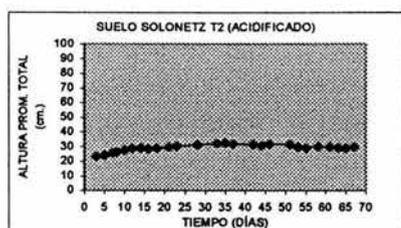


Figuras 23-24. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Suelo Solonetz, tratamiento SZT0 (Testigo).

El comportamiento de la altura y número de hojas en el tratamiento testigo (SZT0) del Solonetz (figuras 23-24), resultaron muy parecidas a las del Luvisol nitrogenado (LUT3), ya que coinciden con la tendencia de un decaimiento, después de haber presentado un crecimiento lineal apenas notorio hasta los 25 días. Para el caso de el número de hojas (figura 24) una disminución en el número de estas decreció hasta el dramático número de dos hojas a los 45 días. Pasado este tiempo, el tratamiento mostró una aparente recuperación, pero muy leve.

Al observar la figura 23 de altura de la planta, se nota que aunque su crecimiento no inició con una tendencia lineal como en casi todos los tratamientos de los otros sustratos, apreciándose un crecimiento más bien estacionario en los primeros 25 días, no llegando a rebasar las plantas la altura de 30 cm, incluso mostrando un decaimiento hasta aproximadamente algo menos de 20 cm al finalizar el cultivo.

Al comparar el comportamiento de los parámetros físicos medidos con el diagnóstico visual para este tratamiento, se observó que su aspecto físico no resultó muy bueno, ya que su tamaño fue pequeño en comparación con otros tratamientos, como el abonado (SZT1), siendo además que se presentó una deficiencia de P y K, seguido de una clorosis generalizada e intervenal causada probablemente por la carencia de metales, posteriormente se dio una recuperación. Este tipo de desarrollo es causado muy seguramente por el pH alcalino y la alta salinidad y sodicidad del sustrato. Los cationes y aniones solubles que generalmente se determinan en estos suelos son el Ca, Mg, Na, K, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros (Allison, 1982), por su exceso o antagonismo pueden provocar toxicidad o deficiencia de otros elementos, principalmente los metales Fe, Cu, Mn y Zn.

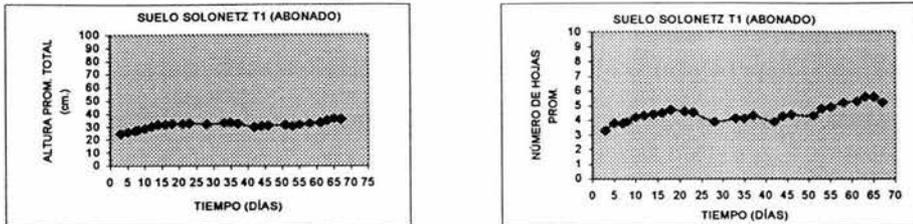


Figuras 25, 26. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Suelo Solonetz, tratamiento SZT2 (acidificado con ácido sulfúrico al 100%).

A este sustrato se le aplicó un tratamiento de mejoramiento (acidificación), por el problema del elevado pH. Se pudo apreciar un mejoramiento en cuanto a la altura alcanzada y el número de hojas esto con relación al SZT0, así se muestra en la figura 25, para la altura de planta que aunque su tamaño es pequeño con respecto a otros tratamientos, este se estacionó durante todo el cultivo a una altura promedio de entre 20 y 30 cm. Mientras que en el caso del número de hojas mostrado en el figura 26, la disposición es de un escaso crecimiento, de 3 hojas en un inicio terminando, con unos altibajos con un promedio de 4.5.

El diagnóstico visual fue muy parecido al tratamiento testigo (LUT0) por su tamaño pequeño, hojas ahusadas y poco follaje, al igual que presentó una deficiencia de P y K, deducido al aspecto deteriorado, acebollado y coloración púrpura. Este tratamiento ayudó a amortiguar los problemas causados por la alcalinidad del sustrato; sin embargo, no duró mucho esta ayuda

aportada, ya que la acidificación aplicada no fue suficiente como para mantener bajo el pH por más tiempo, esto debido al efecto amortiguador del suelo.



Figuras 27-28. Cinética de crecimiento de *Zea mays*, en términos de su altura y número de hojas promedio de 10 plantas cultivadas durante 67 días en Suelo Solonchets, tratamiento SZT1 (Abonado al 50% con estiércol).

Al abonar este substrato y tal como se puede observar en el tratamiento SZT1 (abonado), en las figuras 26-27 para altura de planta y número de hojas, se aprecia una ligera mejora, no sólo gráficamente, sino también en el aspecto físico alcanzando un tamaño mayor (altura mayor de 30 cm) en comparación con los otros dos tratamientos (testigo, SZT0 y acidificado, SZT2), además presenta un follaje más abundante como se puede observar en la figura 27 donde el número de hojas llegó a 6 (mayor que los tratamientos SZT0 y SZT2) al final del estudio.

Pero con todo y el abonado corrector, se diagnosticó una deficiencia de Fe, que de acuerdo con Marschner (1986) se presenta en forma de una clorosis uniforme en las hojas jóvenes, idéntico a lo observado, además de una clorosis intervenal en otras hojas jóvenes, lo cual corresponde también con lo señalado por Loué (1988) quien los síntomas visuales por deficiencia de este elemento aparecen como una clorosis entre los nervios de las hojas más jóvenes. Tisdale (1985) menciona, que la deficiencia de este elemento frecuentemente se presenta, entre otras plantas cultivadas en suelos alcalinos como en este caso, además de que este mismo autor señala que esta deficiencia se presenta en hojas jóvenes iniciando con una clorosis intervenal, progresando rápidamente a toda la hoja entera y, en casos severos, las hojas se toman completamente blancas.

4.3.1..5. Comparación de Todos los Tratamientos

Se puede observar que las gráficas de altura promedio total, en general, para todos los tratamientos, las plantas al inicio de las mediciones (tercer día después del trasplante) presentaron un crecimiento lineal hasta los 25 días de cultivadas, mostrando diferentes pendientes que en forma descendente fue de: VRT0 > CT0 > VRT1; ART4 > ART1 > ART0 > ART6 > ART5; LUT1 > LUT0 > LUT2; SZT1 > SZT2 > SZT0.

En el caso de las gráficas del número total de hojas promedio, esta linealización se alcanzó entre los 15 y 23 días, siendo posible que este tiempo fuera el requerido por la planta para llegar a una altura y número de hojas determinada, presentándose un comportamiento similar al de otros tratamientos como el CT0 (composta testigo) y el VRT3 (Vertisol abonado). Los tratamientos de la arena de río, presentaron un número de hojas promedio muy similar en los casos de la fertilización pareada. En otros tratamientos, como de los suelos Solonetz y Luvisol, la altura alcanzada fue mucho menor, que los otros tratamientos, por ejemplo, en el SZT3 (abonado) fue de sólo de 35 cm y menos de 30 cm en el LUT2 (nitrogenado), mostrando el efecto nocivo que la salinidad ejerce sobre las plantas, al provocar la deficiencia de algunos metales como el Fe, Cu, Mn y Zn, así como también en los macronutrientes N, P y/o K de otros tratamientos. En el caso del suelo Luvisol, los efectos se dejan sentir por el exceso de nitrógeno provocando una toxicidad (ver sección 4.2 y 4.4).

Por todo lo anterior puede deducirse que el factor limitante del crecimiento de las plantas en cada tratamiento y tipo de sustrato, fue el impuesto por las condiciones químico-ambientales en que se desarrolló la planta debido a que después de este lapso de tiempo la altura de la planta, difirió entre los tratamientos, así se tiene que las plantas que presentaron una mayor altura y número de hojas fueron las de la composta testigo (CTO), llegando hasta un metro de altura en promedio y un de 10 hojas promedio por planta a los 65 días; le siguió el suelo Vertisol abonado (VRT3) que también alcanzó un metro promedio de altura pero hasta los 67 días y a los 60 días alcanzó un número promedio de 9 hojas. Los peores tratamientos fueron correspondientes al suelo Solonetz T0 (testigo) y el suelo Luvisol T4 (nitrogenado).

Los tratamientos llevados en el suelo Solonetz presentaron una altura promedio de 30 cm a los 25 días, finalizando a los 67 días con un promedio de 15 cm. Al igual, el número de hojas, a los

20 días alcanzó un promedio de 5 y finalizó con un valor promedio de 3, presentándose un deterioro muy notable de las plantas. Las plantas cultivadas en el Luvisol, a los 20- 25 días, alcanzaron una altura de 40 cm. y número de hojas de 5, finalizando con un promedio desde 10 cm de altura y una hoja en promedio.

La disminución en el crecimiento de la planta de maíz en los suelos Solonetz se debe principalmente al elevado pH que presentan (>9), lo que limita la disponibilidad de algunos nutrientes como el P, que se solubiliza al formar fosfatos dicálcicos, o bien, a la deficiencia de metales como el Mn, Fe, Zn y Cu que gradualmente se hacen menos solubles a medida que el pH aumenta. El N también puede perderse por volatilización en forma de amoníaco, después de las aplicaciones de fertilizantes amoniacales o de urea (Simpson, 1986).

En relación al suelo Solonetz, lo desfavorable para las plantas no solo es su elevado pH, sino los efectos perjudiciales al poseer una gran concentración de sales ya que la sal incrementa la presión osmótica, produciendo una sequía fisiológica al no poder la planta absorber agua del suelo por no tener un gradiente adecuado (Suppo, 1982). Es por esto que en estas plantas cultivadas presentaron grandes daños con el paso del tiempo con lesiones en las puntas de las hojas viejas, diagnosticándose una deficiencia de potasio provocada por las limitaciones iónicas y el exceso de Na por la sintomatología presentada; además de una deficiencia de fósforo diagnosticada por la coloración púrpura en los bordes de estas hojas, causada probablemente por la fijación del fósforo, muy común en suelos de pH mayores a 7 (Simpson, 1986).

En el tratamiento LUT4 (Suelo Luvisol nitrogenado), fue notable el deterioro de las plantas en comparación con el tratamiento testigo, figuras 17-18 para el LUT0 y 21-22 del LUT4).

Con el abonado de estos tipos de suelos alcalinos el cultivo presentó una respuesta satisfactoria en el corto plazo, lo cual puede observarse en las figuras correspondientes al T1 (abonado) en ambos suelos, Luvisol y Solonetz. En el suelo Luvisol las plantas llegaron a alcanzar al finalizar el cultivo una altura promedio de 75 cm y un número de hojas de 6, mientras que para el suelo Solonetz, no decayó a lo largo del tiempo y se mantuvo en un promedio de 30-35 cm de altura y en 5 el número de hojas, ya que, como los nutrientes añadidos también se hallan expuestos a los mismos factores desfavorables que actúan sobre los nutrientes preexistentes en el suelo su

disponibilidad disminuye rápidamente (Simpson, 1986). Esta apreciación de abonado en todos los sustratos fue lo que permitió un mejor crecimiento de las plantas, en comparación con los tratamientos testigo de cada uno de los sustratos, aunque con la composta, el crecimiento fue mayor, pero ambos tratamientos (abonado y composta) proporcionaron a las plantas de maíz nutrientes asimilables a corto y largo plazo, además de mejorar las condiciones físicas y químicas de cada sustrato. Sin embargo, debido a la elevada concentración de aniones y ácidos orgánicos quelatantes (oxalato, fulvatos, humato etc.) la disponibilidad de otros elementos metálicos, como el Cu^{++} puede disminuir lo suficiente para provocar deficiencia.

Así aunque se obtuvieron mejores resultados con la composta, se diagnosticó visualmente una deficiencia de cobre único metal quelatado por la materia orgánica en forma significativa. Esta se presentó en las hojas jóvenes en forma de clorosis intervenal, síntoma muy frecuente en plantas cultivadas de suelos orgánicos (Mortvedt, 1991) provocando la insolubilidad de los micronutrientes como el Cu y en menor proporción el Fe (Salisbury, 1994). En el caso del Vertisol abonado (VRT1) y el suelo Solonetz abonado (SZT1), en ambos tratamientos se provocaron clorosis en hojas jóvenes, siendo la del Vertisol una clorosis intervenal y la del suelo Solonetz una clorosis tanto general como intervenal, ambas fueron diagnosticadas como deficiencia de Cu. Para la clorosis generalizada, la deficiencia fue probablemente causada por el Fe (ver sección de análisis foliares), lo cual también es justificable como en el caso de la composta ya que el abonado se exageró, llegando a una relación del 50% (mineral-orgánica), ya que se pueden presentar antagonismos (Simpson, 1986).

4.3.2. Ancho de la Hoja, Grosor Tallo y Peso Fresco de la Planta

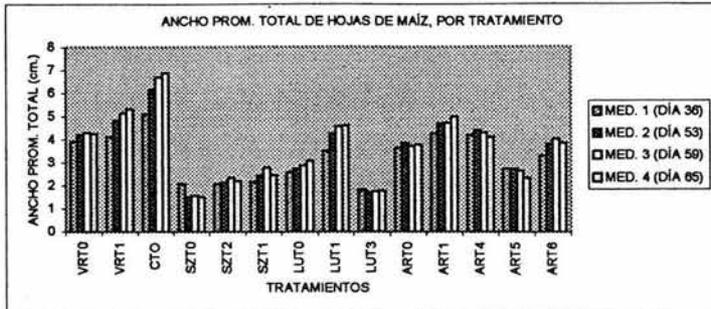


Figura 29. Ancho total promedio de las 10 plantas réplica de las hojas de maíz, por tratamiento, en donde VRT0, VRT1 = Suelo Vertisol testigo y abonado; CT0 = Composta testigo; SZT0, SZT1, SZT2 = Suelo Solonetz testigo, abonado y acidificado; LUT0, LUT1, LUT3 = Suelo Luvisol testigo, abonado y nitrogenado; ART0, ART1, ART4, ART5 y ART6 = Arena de río testigo, abonado y fertilización química con P+K, N+K y N+P, respectivamente.

El beneficio de los abonos orgánicos (estiércol y composta) se comprueba nuevamente al observar la figura 29. De los resultados obtenidos para el ancho hoja, es muy notable la ventaja relativa presentada por los tratamientos abonados, sólo siendo superados por la composta CT0 (testigo). También se puede apreciar que los tratamientos más afectados fueron los del suelo Solonetz (SZT0) y el Luvisol nitrogenado (LUT3) correspondiendo completamente con los síntomas visuales presentados. Las plantas bajo este tratamiento mostraron un aspecto deteriorado con hojas ahusadas, pequeñas y angostas y poco follaje en general. La reacción general en cuanto el ancho promedio total en forma ascendente fue:

CT0 > VRT1 > ART1 > LUT1 > VRT0 > ART4 > ART6 > ART0 > LUT0 > ART5, etc.

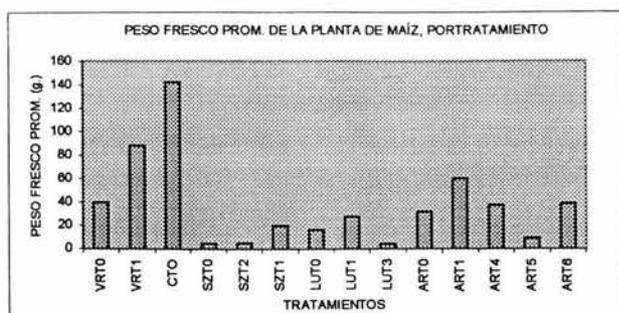


Figura 30. Peso Fresco promedio de las 10 plantas de las hojas de maíz por tratamiento, en donde VRT0, VRT1 = Suelo Vertisol testigo y abonado; CT0 = Composta testigo; SZT0, SZT1, SZT2 = Suelo Solonetz testigo, abonado y acidificado; LUT0, LUT1, LUT3 = Suelo Luvisol testigo, abonado y nitrogenado; ART0, ART1, ART4, ART5 y ART6 = Arena de río testigo, abonado y fertilización química con P+K, N+K y N+P.

En lo que respecta al rendimiento en peso fresco de las plantas, en la figura 30 se aprecia notablemente que el mayor peso correspondió al de la composta testigo (CT0), siguiendo el Vertisol abonado (VRT1) y la arena de río del tratamiento abonado (ART1), esto se observó físicamente al percibir un mayor tamaño, número y ancho de hojas en estos tratamientos, por lo tanto un mayor rendimiento en peso fresco. Aunque se debe considerar que por ser peso fresco, también se considera la cantidad de agua en los tejidos retenida mayormente por los suelos abonados. Como se puede apreciar del cuadro 2, sobre el porcentaje de saturación de humedad de los substratos, en la composta es mayor que el de los otros substratos, por lo tanto, la planta está expuesta a una mayor humedad pudiendo absorber más agua que otros tratamientos. La presencia de agua en este tratamiento, permite aún más a las plantas desarrollarse mejor, fotosintetizar más y acumular mayor peso que el resto de las plantas. En orden descendente en cuanto al peso fresco fue: CT0 > VRT1 > ART1 > VRT0 > ART6 > ART4 > ART0 > LUT1 > SZT1 > LUT0 > ART5 > SZT0 > SZT2 > LUT3.

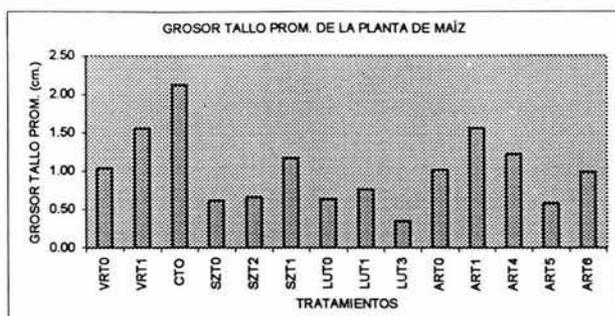
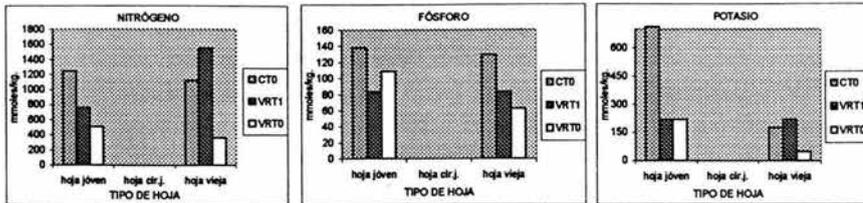


Figura 31. Grosor tallo promedio de las 10 plantas de las hojas de maíz por tratamiento, en donde VRT0, VRT1 = Suelo Vertisol testigo y abonado; CT0 = Composta testigo; SZT0, SZT1, ZST2 = Suelo Solonetz testigo, abonado y acidificado; LUT0, LUT1, LUT3 = Suelo Luvisol testigo, abonado y nitrogenado; ART0, ART1, ART4, ART5 y ART6 = Arena de río testigo, abonado y fertilización química con P+K, N+K y N+P.

En la gráfica 31 se puede observar también que el grosor del tallo promedio por planta fue superior en la composta T0 (testigo) y en el caso de los tratamientos abonados (T1) como en el Vertisol, arena de río y Solonetz. Mientras que el tratamiento más afectado fue el del suelo Luvisol T3 (nitrogenado), que fue el de menor grosor de tallo, correspondiendo con su aspecto muy deteriorado, así como con la falta de fósforo diagnosticada, lo cual puede haber provocado no generar suficientes tejidos de sostén y de ahí la flacidez en las hojas, a la vez de no poder almacenar energía para el funcionamiento metabólico y participación en la fotosíntesis, respiración y otros procesos vitales de la planta.

4.4. Análisis Químico Foliar

4.4.1. Vertisol / Abono



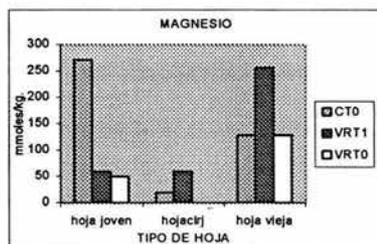
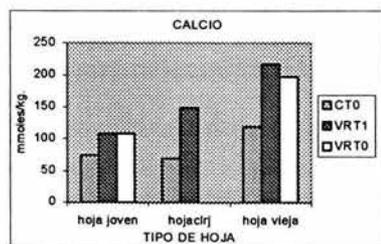
Figuras 32, 33 y 34. Niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde CT0 = Composta testigo, VRT0 y VRT1 = Suelo Vertisol testigo y abonado

Las figuras 32, 33 y 34 muestran los resultados de los niveles de N, P y K del tratamiento CT0 (composta testigo), VRT1 (Vertisol abonado) y VRT0 (Vertisol testigo). Se observó el mayor contenido de estos nutrientes, en el tratamiento CT0 a excepción del contenido de nitrógeno en las hojas viejas, que fue mayor en las plantas de maíz cultivadas en el Vertisol abonado (VRT1), mientras que los contenidos de estos macronutrientes de las plantas del suelo Vertisol Testigo (VRT0), fueron generalmente menores.

Para el caso del nitrógeno, el contenido en el VRT0 fue de 500 mmoles/ kg en las hojas jóvenes y un valor más bajo en hojas viejas, por lo que puede deducirse, que estos niveles menores en hojas viejas indican una deficiencia de este elemento, lo que correspondió con lo diagnosticado visualmente (ver sección 4.2) al detectar los síntomas, tales como una coloración verde pálido claro amarillento en el tejido foliar de estas plantas y con lo interpretado de los parámetros físicos en cuanto a la altura de la planta, número de hojas, ancho de la hoja, grosor tallo y peso fresco (ver sección 4.3). Aunque este tipo de suelo (Vertisol) es considerado como un suelo fértil (Honorato, 2000) los contenidos de nitrógeno son generalmente insuficientes debido a la movilidad y gran demanda de este elemento por todos los organismos vivos del suelo, incluyendo las plantas y los microorganismos, así como también la microfauna que tienden a utilizarlo para la descomposición de la materia orgánica y de ahí su inmovilización (Tesar, 1988).

Al ser detectada la deficiencia en una etapa temprana de desarrollo (periodo vegetativo), la aplicación de fertilizante nitrogenado permite su recuperación y la producción de grano se incrementa, aunque no se alcanza la máxima producción (Darren, 2000). En cambio al abonar este suelo (VRT1), no sólo se obtuvieron mayores rendimientos (ver sección 4.3, figuras 3-4) al incrementar la fertilidad del suelo, sino también, permitió acrecentar considerablemente los contenidos nutrimentales en el tejido foliar, como bien se puede observar en las figuras 32, 33 y 34 del contenido de N, P, K en las hojas viejas. Aunque esto no es muy favorable, posteriormente para obtener una producción con buena calidad de mazorcas de acuerdo a lo mencionado anteriormente por De la Rosa, (1989). Según Orcutt (2000), usualmente las concentraciones de estos elementos en el tejido foliar, refleja la composición nutrimental en el suelo, por lo que en la composta hay una mayor disponibilidad de estos nutrimentos para ser absorbidos por las plantas, favorecido esto por presentar condiciones fisico-químicas adecuados, como es el caso de un elevado porcentaje de saturación de humedad y C.E., además de un pH neutro (ver sección 4.1). Según Sauerbeck (1990), el obtener altos rendimientos de un cultivo es un criterio relativo, ya que los niveles de nutrientes necesarios en el suelo para asegurar un alto potencial del rendimiento en las plantas, sólo es de importancia secundaria.

En cuanto los niveles bajos de K en los tratamientos Vertisol testigo y abonado (VRT0 y VRT1), posiblemente es causada por la deficiencia o poca concentración del nitrógeno, debido a que la disponibilidad del potasio, esta estratégicamente influenciada por el estrés hídrico y la deficiencia por nitrógeno, según lo señalado por Andonova (1990).

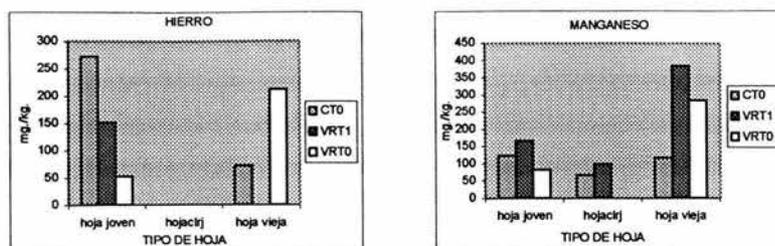


Figuras 35 y 36. Niveles de Calcio y Magnesio en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde CT0 = Composta testigo, VRT0 y VRT1 = Suelo Vertisol testigo y abonado

En tanto a los niveles foliares de Ca y Mg, en las figuras 35 y 36 se muestra su contenido para estos mismos substratos, obteniéndose el mayor nivel de calcio y magnesio en el tejido foliar del Vertisol Abonado (VRT1). Aunque la concentración de nutrimentos en los estiércoles es muy escasa, si se compara con la de los fertilizantes químicos, estos aportan importantes cantidades de Ca, Mg, S. y oligoelementos que al conservarse e incorporarse al suelo adecuadamente, puede representar un importante ahorro de la cantidad de abono necesaria al incorporar un elevado de nutrimentos asimilables (Simpson, 1986), siendo que la composta no puede proporcionar estos elementos en cantidades asimilables como lo hace con los macroelementos (N, P, K). Así puede observarse que los contenidos de estos elementos secundarios son menores en la composta, quedando por debajo no sólo del Vertisol abonado (VRT1) sino hasta del Vertisol testigo (VRT0). Aunque no es muy común en el maíz una deficiencia de calcio, este elemento influye sobre la economía acuosa de la planta, sobre los carbohidratos proteicos del metabolismo graso y sobre otros procesos fisiológicos. Debido a que los efectos del calcio y potasio son antagónicos, por ello la óptima relación K/Ca es de gran importancia en el favorable equilibrio acuoso de la planta (López, 1978). Por esto los niveles elevados de potasio en el tejido foliar de las plantas de la composta, pueden causar una carencia del calcio, aunque también se pueden explicar estos bajos niveles de calcio en términos de la acidez y contenido bajo en calcio en suelos orgánicas (Donahue, 1981).

En lo que respecta a los niveles bajos de magnesio en el tejido foliar de las plantas de la composta, puede deberse a que en el suelo el potasio y el magnesio rivalizan por los sitios de absorción existentes en el complejo de intercambio catiónico, por lo que un exceso de potasio como es en este caso; producirá el lavado de magnesio y por ello menos magnesio disponible en el suelo. (Simpson, 1986). En el análisis foliar se indica un alto contenido del nutriente en particular en la planta, lo que se debe a que este se encuentra en elevada disponibilidad en el suelo (Mengel, 1982).

Por otra parte, en el interior de las plantas en crecimiento activo, la concentración total de cationes es bastante constante (K, Mg, Ca y Na) predominando el potasio en casi todas las hojas, debido a que el K es absorbido por el cultivo con mayor facilidad que los demás elementos y tiene una gran movilidad dentro de la planta, así que la excesiva absorción de K resultante hará decrecer inevitablemente la cantidad de Mg y Ca en las hojas (Simpson, 1986).



Figuras 37 y 38. Niveles de Hierro y Manganeso en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde CT0 = Composta testigo, VRT0 y VRT1 = Suelo Vertisol testigo y abonado

Al observar la figura 37 de los niveles de Fe, los contenidos de este son mayores en el tejido foliar de las plantas crecidas en la composta, a excepción de la hoja vieja que fue mayor en el Vertisol testigo (VRT0). En el caso de las hojas jóvenes del Vertisol testigo (VRT0), los niveles son muy bajos pero no indican una deficiencia caracterizado por una clorosis intervenal e hojas jóvenes ya que no se presentaron síntomas visuales por la falta de este elemento. El hierro es un elemento de transición que se caracteriza por sufrir un cambio en el estado de oxidación de Fe^{3+} a Fe^{2+} (Mortvedt, 1991), en el metabolismo es requerido como Fe^{2+} y éste es absorbido así por las plantas, debido a que en esta forma, es más móvil y viable para la incorporación dentro de la estructura biomolecular (Tisdale, 1985).

Los niveles del inmóvil Fe en hojas viejas y jóvenes varia según el tipo de sustrato utilizado. El cultivo en suelo mineral bien aireado, la cantidad de Fe disponible es generalmente baja debido al estado de oxidación $Fe(+III)$ a un pH neutro, que impiden que la hoja joven absorba igual contenido de Fe que en la hoja vieja, lo cuál confirma la poca movilidad del Fe en la planta. Sin embargo, en presencia de quelatantes orgánicos, el $Fe(+II)$ es estabilizado permitiendo su absorción y transporte hacia las puntas de nuevo crecimiento de la planta (Orcutt, 2000).

El contenido de manganeso (figura 38) fue mayor en el tejido foliar de las plantas del suelo Vertisol Abonado (VRT1). El Mn es absorbido por las plantas como ion Mn^{2+} y en combinaciones con agentes complejantes sintéticos.

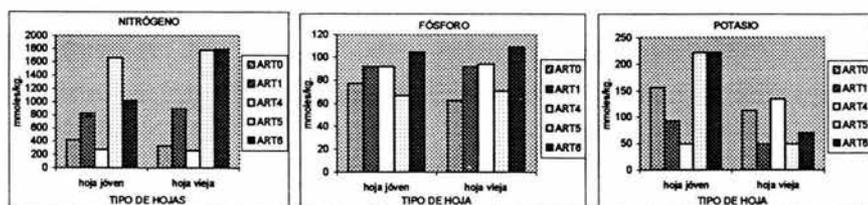
Debido a que es un elemento relativamente inmóvil, los síntomas de deficiencia usualmente se presentan primero en hojas jóvenes (Tisdale, 1985) y éstas se vuelven de color verde pálido a

amarillo con una decoloración entre los nervios (Loué, 1980). A causa de esto no se puede esperar que la deficiencia diagnosticada fuese de este elemento, aunque el contenido mayor presentado en las hojas viejas se pueda deber a su poca movilidad, además este elemento puede ser substituido por el Mg en algunas reacciones enzimáticas (Orcutt, 2000), ya que este último se encuentra en mayor concentración en las plantas del tratamiento CT0 (ver figura 36).

Lo diagnosticado en las plantas de la composta (CT0) y suelo Vertisol Abonado (VRT1) parece sin lugar a duda una deficiencia de Cu ya que se observó, una clorosis intervenal en las hojas jóvenes, que según Sopher, (1982) resulta en una clorosis más marcada en las hojas más largas de las plantas, de acuerdo con lo mostrado por el tratamiento en composta (CT0). A la vez Loué (1980), comenta que esta deficiencia suele presentarse en suelos orgánicos.

Los mayores contenidos se dieron en hojas viejas, lo que comprueba la poca movilidad del manganeso dentro de la planta, al estar en los suelos minerales (VRT0) y orgánico-mineral (VRT1), mientras que el suelo orgánico (CT0), puede establecerse más un equilibrio. Puede observarse además, que la cantidad de Mn en las hojas cloróticas disminuye lo suficiente como para poder predecir un fenómeno de hambre escondida, ya que no se manifestó una deficiencia marcada. Sin embargo, los síntomas podrían aparecer más tarde en el ciclo de crecimiento, manifestándose típicamente según lo estipulado por Tisdale (1985) y Loué (1980).

4.4.2. Arena de río



Figuras 39, 40 y 41. Niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde ART0, ART1, ART4, ART5 y ART6 = Arena de río, testigo, abonada, fertilización con +P+K (-N), N+K (-P) y N+P(-K) respectivamente.

Con respecto a los tratamientos de la arena de río la gráfica 39 muestra, que los niveles de N en las plantas son mayores en los tratamientos ART5 (-P) y ART6 (-K) y menores en el ART0

(testigo) y ART4 (-N) (lo cual comprueba que al proporcionar el nutrimento en mayor concentración, la planta absorberá este elemento también en mayor cantidad). Sin embargo, en la figura 40 se observa que el mayor contenido de fósforo en el tejido foliar de las plantas se presentó en el tratamiento ART6 (sin K), siendo que también al tratamiento ART4 (sin N) se le proporcionó este elemento en igual cantidad, deduciéndose que la relación +N +P sin K es más favorable para la planta que con la relación +P, +K, sin N. Los menores contenidos de este elemento se presentaron en el tejido foliar de las plantas del ART0 (testigo) y del ART5 (+N, -P, +K).

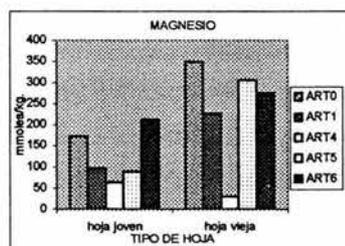
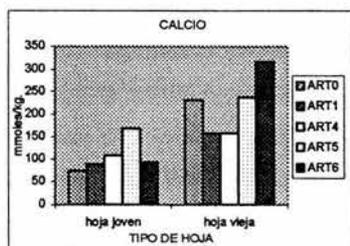
La falta de fósforo aún en cantidades suficientemente altas de N y K, no permite el crecimiento adecuado de la planta, (tratamientos ART6, ART4 y ART3) debido a que el fósforo es un elemento sumamente importante en las reacciones energéticas, además de ser un componente de membrana como fosfolípido y participar en síntesis y transporte de carbohidratos al cloroplasto, entre otras funciones más, según lo señala Orcutt (2000). Asimismo, en plantas deficientes de fósforo se presenta una reducción en el crecimiento foliar (Plénet, 2000) y la expansión celular de la raíz (Ocurtt, 2000).

En la figura 41 se observa que los niveles de potasio fueron mayores en el tejido foliar de las plantas de los tratamientos ART5(sin P) y ART6 (sin K) de las hojas jóvenes, mientras que los niveles más bajos fueron encontrados en el tratamiento ART4 (sin N) en las hojas jóvenes. También, en relación al contenido de K en las hojas viejas, los tratamientos ART5 (sin P) y ART1 (abonado) fue menor lo que puede inferirse que la relación +P +K (falta de N), no favorece la absorción de K, ya que de acuerdo con Graetz (1997), en presencia de fósforo y ausencia de N llega a acumularse en la rizosfera una elevada cantidad de potasio no asimilable. Así también, debido a que el K es requerido para la sobreabsorción de N y la síntesis de proteínas en las plantas, la absorción del N es usualmente alta y la síntesis de proteínas producen una deficiencia de K en las plantas (Tisdale, 1985).

En estudios con maíz, en donde se investigó la influencia que tenía el suministro de $N-NH_4^+$ sobre el crecimiento y contenido de poliamina en las plantas jóvenes de maíz, se encontró que bajo una alta concentración de N-amoniaco de la solución nutritiva, el contenido de N en la raíz se incrementó, a la vez que el contenido de K en toda la planta se redujo considerablemente.

Sin embargo, el análisis de la planta no indicó una deficiencia de este nutrimento (K) (Geréndas, 1995), de ahí que, aunque se le haya aplicado al sustrato el potasio, el tejido foliar no contenga lo suficiente, además se presentaron síntomas en estas plantas por deficiencia de potasio, de fósforo y nitrógeno, al observarse lesiones en las puntas de las hojas viejas una coloración púrpura tanto en hojas viejas como en jóvenes y una coloración verde más clara que otros tratamientos que presentaban un color verde más intenso y sano.

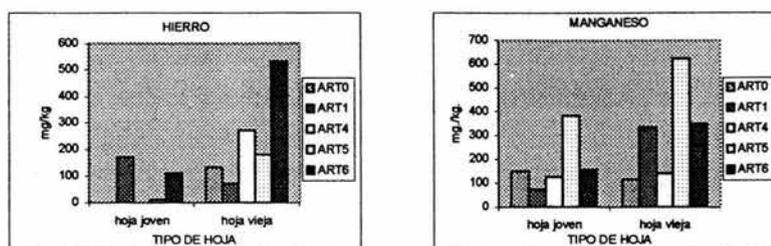
Las plantas del tratamiento ART5 (sin P) presentaron un mayor contenido de K en las hojas jóvenes lo que también coincidió con su aspecto físico muy deteriorado mostrando ser más pequeñas en comparación de los otros tratamientos. Las hojas, mostraron flacidez (falta de rigidez), fueron muy pequeñas y angostas. Las hojas viejas se marchitaron totalmente y dieron una elevada coloración púrpura. Al presentar estas características físicas se puede corroborar la falta o carencia de fósforo. De acuerdo con Berger 1998 y La Universidad de Illinois (1980), la falta de este elemento afecta la fotosíntesis por la falta de energía y la movilización de sustancias en la planta. Todo esto, causa que la planta tenga un crecimiento pequeño, tal cual se observa en este tratamiento.



Figuras 42 y 43. Niveles de Calcio y Magnesio en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde ART0, ART1, ART4, ART5 y ART6 = Arena de río testigo, abonado, fertilización con P+K, N+K y N+P.

Para el caso de los contenidos de Ca y Mg, se observó (véase figura 42) el mayor contenido de calcio en forma general se presenta en las hojas viejas que en las jóvenes, siendo que el Ca es inmóvil, el mayor contenido lo presentan las hojas viejas (Rodríguez, 1982). En los tratamientos se observa que en el ART6 (+N, +P, -K), se presentó el mayor contenido de calcio, siendo menor en el ART1 (abonado). En la gráfica 43 se muestran los niveles de magnesio la mayor cantidad se presentó en la hoja vieja del tratamiento ART0 (testigo) y los menores contenidos

fueron para el tratamiento ART4 (-N, +P, +K) tanto para la hoja joven como la hoja vieja. Probablemente esto se deba a que los altos niveles de K^+ no asimilables por la planta en la rizosfera en la presencia de P, producen limitaciones en la absorción de Mg (Graetz,1997), aunque visualmente no se detectó una deficiencia de este último, los bajos contenidos indican una deficiencia debido a que los rangos señalados en bibliografía para el Mg que varían de 69 a 85 mmoles/kg. (Houba, 1998) y en este tratamiento, los niveles fueron menores a los 50 mmoles/kg.

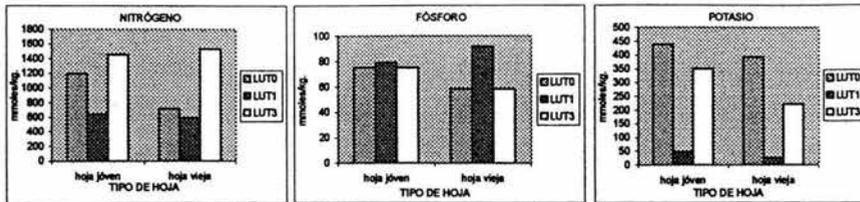


Figuras 44 y 45. Niveles de Hierro y Manganeso en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde ART0, ART1, ART4, ART5 y ART6 = Arena de río testigo, abonado, fertilización con P+K, N+K y N+P.

En la gráfica 44 se muestran los contenidos de hierro, se presenta un mayor contenido en las hojas viejas del ART6 (+N, +P, -K) que es en donde el Fe debe de encontrarse en mayor cantidad al ser un elemento que no se desplaza con facilidad de las hojas viejas a las jóvenes (Wild,1992). En la bibliografía se indica que en plantas que sufren una carencia de Fe se presenta una relación relativamente elevada de fósforo/ hierro (Pessaraki,1995). En algunos cultivos la carencia del potasio es capaz de producir una deficiencia de hierro en las hojas de las plantas, probablemente como consecuencia de la falta de sistemas enzimáticos en los que intervienen no sólo el Fe y el K, sino también el P (Simpson, 1986); pero en este caso los contenidos de fósforo son elevados y los de potasio son bajos, y aunque estos niveles no son tan altos como para indicar una toxicidad, las plantas no se vieron afectadas por estos contenidos de Fe al no presentar síntomas por toxicidad o deficiencia, ya que presentaron un buen tamaño, un color verde sano de las hojas y solo en las hojas viejas se visualizó marchitez en las puntas de las hojas diagnosticándose una deficiencia de K. En la gráfica 14 se muestra que el mayor contenido de manganeso se encontró en el ART5 (+N, -P, +K) tanto en las hojas jóvenes como en las viejas, esto es debido quizá por que se aplicó un exceso de fertilización con cloruro de potasio,

el cuál puede aumentar la solubilidad del Mn, pudiendo llegar a perjudicar a las plantas (Wild,1992). Así se deduce que estas plantas con este tratamiento, no sólo se vieron afectadas por la deficiencia de fósforo, sino también por la toxicidad o elevados contenidos de Mn en la planta lo cuál reduce el crecimiento y provoca lesiones en las hojas similares a la clorosis.(Wild,1992).

4.4.3. Suelo Luvisol



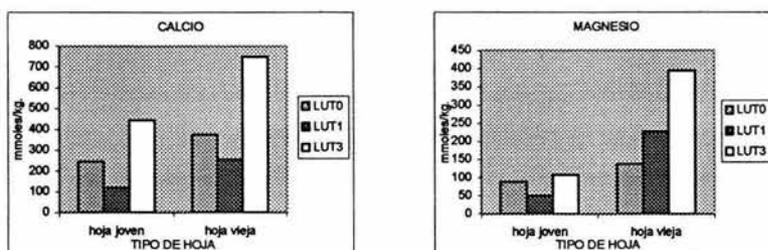
Figuras 46, 47 y 48. Niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde LUT0, LUT1, LUT3 = suelo Luvisol testigo, abonado y nitrogenado con urea.

En lo que respecta al suelo Luvisol, en la figura 46 se aprecia que el mayor contenido de N, tanto en hojas jóvenes como en las viejas se presentó con el LUT3 (nitrogenado), tal vez por que la aplicación del fertilizante nitrogenado como urea la absorción de este elemento es mayor, requiriendo mayores niveles de fósforo y otros elementos nutrimentales. Sin embargo, la proporción a relativamente altos niveles de N y el desbalance de otros elementos, afectó físicamente a la planta, presentando un aspecto en forma de la senescencia temprana de las hojas, coloración púrpura (por falta de P) y el poco surgimiento de nuevas hojas, provocado probablemente por la toxicidad del nitrógeno. Una alta concentración de amonio en la solución nutritiva puede estar relacionado con la reducción del desarrollo de retoños y disminución del radio de las raíces (Geréndas, 1995).

El mayor contenido de P se presentó en las plantas del tratamiento abonado (LUT1) tanto en hojas jóvenes como en las viejas, y fueron muy similares los contenidos de este elemento en los tratamientos testigo y nitrogenado (LUT0 y LUT3), como puede apreciarse en la figura 47. De lo contrario se deduce que existe una gran influencia de los niveles de P en la asimilación del N.

Por otro lado, el contenido de potasio se presentó en niveles muy bajos en las plantas del tratamiento abonado (LUT1), por lo que podría considerarse en deficiencia, pero esta no fue

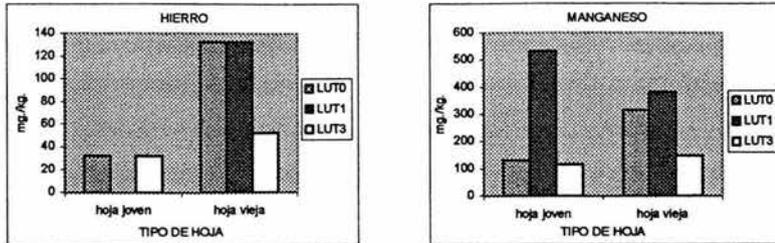
diagnosticada, no se presentaron los síntomas visuales característicos de la falta de potasio (necrosis en la punta de las hojas viejas) en la planta. De esto se deduce que la deficiencia se presentó en forma del fenómeno “hambre escondida”, pudiendo con el tiempo haberse mostrado. Los análisis químicos foliares son importantes para detectar a tiempo posibles deficiencias y hambre escondida, así como corregir tempranamente este tipo de problemas nutrimentales que pueden definitivamente afectar el rendimiento y producción de los cultivos. Sin embargo, Whitehead (2000), señala que la influencia que tiene la materia orgánica en el suelo produce un efecto pequeño en la viabilidad de los macronutrientes cationes como son el K, Na, Ca y Mg, los cuales contribuyen en la capacidad de intercambio catiónico del suelo.



Figuras 49 y 50. Niveles de Calcio y Magnesio en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde LUT0, LUT1, LUT3 = suelo Luvisol testigo, abonado y nitrogenado con urea.

En la figura 49, en relación al contenido de calcio, éste fue mayor en las plantas del tratamiento nitrogenado (LUT3), concentrándose el mayor contenido en las hojas viejas. En relación con el contenido de nitrógeno que también fue superior en este tratamiento Ruiz (1993) encontró, que el contenido de proteína contenida en hojas frescas es más alto que en las hojas secas, mientras que en términos del calcio, el contenido es significativamente más alto en hojas secas. En la figura 50, se observa que el mayor contenido de magnesio, al igual que el de calcio, se presentó en las plantas del tratamiento nitrogenado (LUT3), observándose una mayor concentración en las hojas viejas de todos los tratamientos; aunque en este tipo de tratamiento de estos elementos fue mayor que en los otros dos. El aspecto físico presentado fue de muy deteriorado, sin embargo no se presentó una flacidez en las hojas por falta de calcio, el efecto resultó de la toxicidad del exceso relativo de nitrógeno.

En cuanto al contenido de K, en el suelo Luvisol testigo (LUT0) se presentó en antagonismo con el Mg ya que se observaron los mayores contenidos de K (véase figura 48) y los menores contenidos de Mg para este tratamiento (figura 50).



Figuras 51 y 52. Niveles de Hierro y Manganeseo en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde LUT0, LUT1, LUT3 = suelo Luvisol testigo, abonado y nitrogenado con urea.

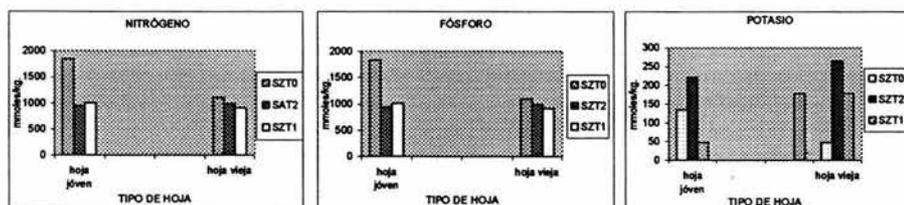
En la figura 51 los niveles de Fe se muestran iguales en el tratamiento testigo (LUT0) y el abonado (LUT1), esto para las hojas viejas, mientras que con el tratamiento nitrogenado (LUT3) la diferencia en el contenido de este elemento tanto en hojas jóvenes como viejas, no fue muy notorio. Puede deducirse que la fertilización nitrogenada en este tipo de suelos, pudiese intervenir en la asimilación del hierro, debido a los bajos niveles presentados en hojas viejas, ya que de acuerdo con Mortvedt (1991), cierta forma de N aplicado puede afectar la disponibilidad en el suelo incrementando la asimilación de $\text{NO}_3\text{-N}$, causando un desbalance entre la razón catión/anión, resultando una exudación en la rizosfera de HCO_3^- con una consecuente reducción de la asimilación del Fe, además de que el contenido de Fe soluble en este tipo de suelos es extremadamente bajo en comparación con el contenido total de Fe (Kabata, 1992). En cuanto a las hojas jóvenes el nivel de este elemento es muy similar al tratamiento testigo (LUT0).

Por otra parte, son entendibles los altos niveles presentados en las hojas viejas de los tratamientos LUT0 y LUT1 por desarrollarse en este suelo óxidico, así mismo, puede deducirse que el suelo abonado (LUT1), no contribuyó a la asimilación o disponibilidad del hierro, al presentar este tratamiento los mismos niveles del elemento, además de tratarse de un elemento inmóvil por lo que se explica la mayor concentración en hojas viejas al no poder ser trasladado a las hojas jóvenes, además, la materia orgánica, influye mucho en la asimilación de los micronutrientes catiónicos como son el Fe, Mn, Zn, Cu y Co, los cuales en adición, son retenidos por intercambio catiónico formando complejos con carboxilos y otros grupos

orgánicos fenólicos, dependiendo de lo avanzado en la descomposición de la materia orgánica y por la cantidad de los tipos de compuestos complejados producidos, de acuerdo a esto la asimilación de los micronutrientes catiónicos se incrementa o decrece (Whitehead, 2000).

En la figura 52 se aprecia que el contenido de Mn fue mayor tanto en las hojas jóvenes, como en las viejas para el tratamiento LUT1 (abonado), ya que el abono contribuye a proporcionar micronutrientes al suelo, como es el caso del manganeso. El contenido de este elemento en el tratamiento nitrogenado (LUT3) fue muy bajo, en comparación de los otros dos tratamientos provocado esto quizá por el mayor contenido de magnesio en la planta (figura 50), ya que el manganeso puede ser reemplazado especialmente por el magnesio (Mortvedt, 1991). Y aunque se esperaría una deficiencia de este elemento, los niveles son hasta más altos de los señalados por Houba, (1998) que van de 27 a 92 mg./kg. en materiales foliares.

4.4.4. Suelo Solonetz

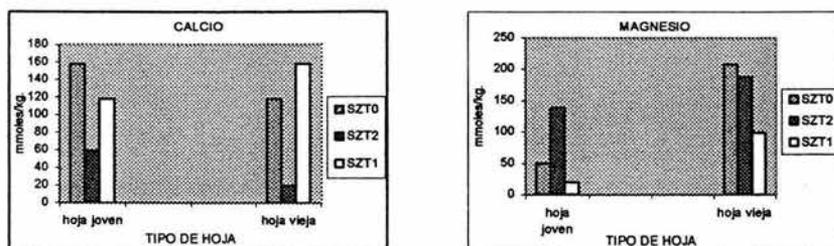


Figuras 53, 54 y 55. Niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde SZT0, SZT1, SZT2 = suelo Solonetz testigo, abonado y acidificado con ácido sulfúrico.

En el caso del suelo Solonetz, los contenidos mayores de N y P (figuras 53 y 54) correspondieron a las plantas del tratamiento testigo (SZT0). Al presentar un mayor contenido en comparación con los otros dos tratamientos, se esperaría que el aspecto físico también fuera mejor, sin embargo, esto no correspondió con lo esperado ya que su aspecto fue pequeño y con deficiencias de metales, según el diagnóstico visual presentado por las hojas jóvenes.

Para el caso del potasio (figura 55). El efecto nocivo cuando un cultivo se desarrolla en suelos salinos, aparece generalmente en forma de achaparramiento con una variabilidad considerable en su tamaño, por un efecto tóxico debido al exceso de sales (Allison, 1982). Asimismo Cramer y

otros (1994), señalan que el efecto de la salinidad en la planta provoca la reducción del área foliar específica a razón del peso foliar, lo cual indica que la expansión foliar y la fijación del carbono son alterados. De acuerdo con Bohórquez, Olguín (1993) citado por AGROGEN (1997), demuestran que con el uso del azufre o productos derivados en especial el ácido sulfúrico para bajar el pH a los suelos alcalinos, se producen cambios significativos en las propiedades químicas del suelo al bajar su pH y aumentar marcadamente la disponibilidad del fósforo para diversos cultivos. En este caso del tratamiento acidificado (SZT2), no se observa un incremento en los niveles de P, siendo muy probablemente, que la acidificación no fue suficiente como para mantener el pH bajo por más tiempo y permitir la asimilación del fósforo.



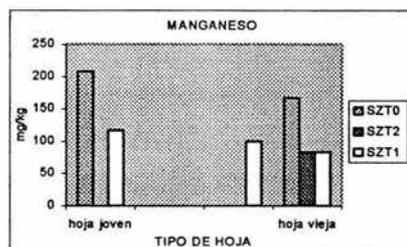
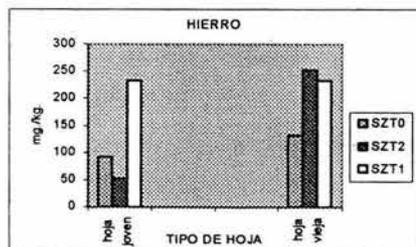
Figuras 56 y 57. Niveles de Calcio y Magnesio en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde SZT0, SZT1, SZT2 = suelo Solonetz testigo, abonado y acidificado con ácido sulfúrico.

Para el caso de los contenidos de calcio y magnesio en las gráficas 56-57, el contenido de Ca fue mayor en las hojas jóvenes del SZT0 (testigo), mientras que en las hojas viejas fue en el tratamiento SZT1 (abonado). De acuerdo con Orcutt (2000), las plantas adaptadas a los suelos alcalinos ricos en CaCO_3 , pueden almacenar excesos de calcio en la vacuola que ayuda en la regulación osmótica y permite que el K sea viable y utilizado para otras funciones metabólicas.

El mayor contenido de calcio en las hojas viejas del suelo abonado (SZT1), se debe a que la acidificación acompleja al Ca haciéndolo más disponible para su asimilación, en cambio la acidificación con ácido sulfúrico no permitió la asimilación del calcio, al observarse una menor concentración del elemento tanto en hojas jóvenes como viejas, teniendo niveles de menos de 60 mmoles/kg, inferior a lo señalado por Houba (1998), que van de 75 a 100 mmoles/kg del tejido foliar, por lo que se deduce que presentó una deficiencia por este elemento, aunque en el diagnóstico visual no se determinó, confundida quizá por las deficiencias diagnosticadas por metales, la flacidez presentada en las hojas y el poco desarrollo y crecimiento de nuevas hojas, es

causado por esta deficiencia ya que según Orcutt, (2000), el calcio es un componente integral en las membranas celulares, esto es importante para la regulación y permeabilidad, además participa en las relaciones osmóticas ya que mantiene la integridad de la membrana y el flujo de iones; así mismo, la deficiencia de Ca afecta la división y expansión celular que pueden resultar en deformaciones aparentes en hojas.

En el caso el magnesio (figura 57), el mayor contenido lo presentaron las hojas viejas en todos los tratamientos, siendo que el Mg es móvil y debiese traslocarse a las hojas jóvenes en donde su concentración es mayor, quizás la alcalinidad del suelo limite este proceso, debido a que entre más básico es el suelo, la disponibilidad para ser asimilado por las plantas disminuye considerablemente, aunque por ser un suelo salino sódico, presenta altas concentraciones de Na y sales de Ca y Mg entre otras, se esperaría una mayor concentración en el tejido foliar de estos elementos, pero al presentarse interacciones entre los iones como la competencia por los sitios de intercambio catiónico, competencia por el transporte de iones a través de la membrana, por antagonismos, competencia o sustitución de iones en funciones metabólicas y precipitación de iones por sales insolubles en los tejidos (Orcutt, 2000). Sin embargo, según Alzubaidi (1990), el efecto de un suelo salino en las concentraciones de potasio, calcio, magnesio, sodio y cloro, cuando esta salinidad es elevada causa un decremento significativo en las concentraciones de potasio y calcio y un incremento significativo en las concentraciones de sodio, cloro y magnesio en las partes de la planta.



Figuras 58 y 59. Niveles de Hierro y Manganese en hoja joven, hoja clorótica y hoja vieja. En donde SZT0, SZT1, SZT2 = suelo Solonetz testigo, abonado y acidificado con ácido sulfúrico

El contenido de Fe y Mn se presentan en las figuras 58 y 59, en el caso del hierro se observa que el mayor contenido lo presentaron las hojas viejas del tratamiento acidificado (SZT2), presentándose muy similar la concentración en las hojas jóvenes y viejas del tratamiento abonado (SZT1), mientras que los niveles observados tan bajos en las hojas jóvenes de los tratamientos testigo y acidificado (SZT0 y SZT2), son demasiado bajos, en comparación a los presentados por Houba (1998) que oscilan entre 100 y 400 mg./kg. Debido a esto, es muy probable que la deficiencia diagnosticada visualmente fuese por Fe ya que según lo mencionan por Mortvedt (1991), los primeros síntomas visibles se presentan como una clorosis en hojas jóvenes, de forma intervenal (Kabata, 1992).

El mayor contenido de este metal en las plantas del tratamiento abonado (SZT1), se explica en términos de que la materia orgánica influye significativamente sobre la formación de óxidos de hierro (Kabata, 1992), además que pH alcalinos limitan la disponibilidad de metales, como son el Fe y Mn, por lo que con la adición de materia orgánica tiende a una mayor disponibilidad de estos iones metálicos a pH de entre 7 y 8 (Orcutt, 2000). Este mismo autor, señala que altas concentraciones de Fe, Zn y Cu pueden reducir la absorción del Mn por las plantas, así se observa en la figura 59, que los niveles de Mn, se presentan en menor concentración en las hojas viejas del tratamiento acidificado y abonado, no llegando a ser concentraciones deficientes al entrar en el rango de suficiencia (Houba, 1998). Los niveles altos presentados tanto en las hojas jóvenes como en las hojas viejas del tratamiento testigo (SZT0) (figura 59), provocó la reducción de la disponibilidad del Fe (Orcutt, 2000), como se puede observar en la figura 58.

5. CONCLUSIONES

Con los tratamientos aplicados, a excepción del encalado, se logró generar deficiencias nutrimentales en las plantas de maíz.

Se comprobó la deficiencia nutrimental de N, P y K, por la sintomatología presentada, con los niveles bajos de cada nutrimento.

Los parámetros morfológicos evaluados, resultaron de gran ayuda para identificar las deficiencias nutrimentales, junto con los síntomas visuales diagnosticados; como en el caso de la deficiencia de potasio.

El tratamiento nitrogenado del suelo Luvisol (LUT3), provocó una toxicidad en las plantas, la cuál se determinó por los síntomas visuales y por el análisis químico foliar.

Con los tratamientos con fertilización pareada, para la arena de río, se logró generar las deficiencias esperadas, por el nutrimento faltante.

Con el tratamiento abonado con estiércol y la composta, se generaron deficiencias nutrimentales por metales como la de Cu y Fe.

La composta como sustrato resultó el mejor, para obtener un mayor rendimiento del cultivo de maíz, al presentar un mejor aspecto físico, por tamaño, ancho y número de hojas; pero no se recomienda utilizarla como sustrato, debido a problemas posteriores que se presenten y a las deficiencias con metales.

El tratamiento abonado en todos los sustratos, favoreció el crecimiento de las plantas de maíz, a comparación de los testigos, no sólo por la altura, sino por el ancho de las hojas y abundancia de follaje, presentándose sus limitantes dependiendo del sustrato.

Se logró identificar por medio del análisis químico foliar, lo que se le conoce como "Hambre escondida", determinando la deficiencia nutrimental por los niveles bajos del nutrimento, sin presentarse aún en esta etapa de crecimiento de la planta algún síntoma visual, para el diagnóstico de la deficiencia.

El tratamiento aplicado al suelo Solonetz, acidificándolo (SZT2), utilizando el método de las curvas de titulación, no permitió mantener el pH del suelo bajo por más tiempo, ya que éste se recuperó rápido y al final la apariencia física de las plantas fue muy similar a las del testigo.

El tratamiento encalado que se aplicó al suelo Luvisol y composta, no resultó conveniente en estos suelos, debido a que no sobrevivieron las plantas.

6. REFERENCIAS

- Agricultural Compendium. 1985. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam, The Netherlands
- Aguirre, G. A.; Cedillo, M. M. del C.; Delgadillo G., G., León, R. Ma. F. 1985. Manual de Laboratorio Química I. Ingeniería Agrícola. UNAM. pp. 60-65.
- Aguirre, G. A. 1993. Principios químicos y métodos analíticos para la evaluación de suelos con énfasis en salinidad y sodicidad, Cuautitlán Izcallí, Méx. pp
- Aguirre, G. A.; F. N. León y Aguilar, M. A. 2001. Cinética de neutralización de los suelos ácidos. Memorias del Congreso Latinoamericano de la Química del Suelo.
- Alzubaidi, A.; Aljanabi, A. S. and Al-Rawi, A. Interaction between nitrogen and phosphorus fertilizers and soil salinity and its effect on growth and ionic composition of corn (*Zea mays* L.) N. El Bassam et al. (Eds.) Genetic Aspects of Plant Nutrition, 195-202 (1990) Klumer Academic Publishers, Netherlands.
- Allison, L. E.; Brown, J. W.; Hayward, H. E.; Richards, L. A.; Bernstein L.; Fireman M.; Pearson, G. A.; Wilcox, L. V.; Bower, C. A.; Hatcher, J. T.; Reeve, R. C. 1982. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. 6ta. Ed. Editorial Limusa, Méx. pp.1 – 74.
- Andonova, P. P. Influence of genotype and water stress on the uptake of potassium and nitrogen in maize. El Bassam et al. (Eds), Genetics aspects of plant mineral nutrition, 163-166 (1990) Klumer Academic Publishers, Netherlands.
- Ansorena, M. J. 1994. Sustratos: propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa, España. pp 19-32, 73-77.
- Bartolini R. 1990. El maíz. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. pp. 95-114.
- Bello, H. J. 2000. Producción hortícola bajo el método de agricultura orgánica biointensiva en la FES Cuautitlán. Tesis de Ingeniería Agrícola, Cuautitlán, Izcallí, Edo. de Méx. pp 59-60.
- Berger, K. C. 1998. Conozca y resuelva los problemas del maíz. Una publicación del Instituto de la Potasa y el Fósforo, U.S.A. pp
- Bidwell, R. G. S. 1979. Fisiología vegetal. AGT. Editor S.A. Méx. pp. 207-244, 265-292.
- Cramer, G. R.; Alberico, G. J.; Schmidt, C. Leaf expansion limits dry matter accumulation of salt- stressed maize. *Australian Journal of Plant Physiology* (1994) 21 (5) 663-674. USA.
- Darren, L.; Binder, D. H. Sander and T. Walters, T. D. Maize response to time of nitrogen application as affected by level of nitrogen deficiency. *Agronomy journal* 92: 1228-1236 (2000), *American Society of Agronomy* 2000. abstracts, USA.

- De La Rosa, L. 1989. Memoria sobre el cultivo del maíz en México. Grupo editorial Miguel Ángel Porrúa, Méx. pp 1-12
- Demolon, A. 1972. Crecimiento de vegetales cultivados. Principios de Agronomía Tomo II. 2da. Ed. Ediciones Omega, Barcelona, España. pp. 149-182.
- Donahue, L. R.; Miller, W. R.; Shickluna, C. J. 1981. Introducción a los suelos y al crecimiento de las plantas. Editorial Prentice/Hall Internacional, Madrid, España. pp. 123-142.
- FAO .2000. Periodo 1990 – 1998.
- Gerendás, J.; Sattelmacher, B. Influence of ammonium supply on growth and mineral and polyamine content of young maize plants. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Boden Kunde* (1995) 158 (3) 299-305. Abstracts.
- Gerendás, J.; Ratcliffé, R. G.; Sattelmacher, B. The influence of nitrogen and potassium supply on the ammonium content of maize (*Zea mays* L.). Leaves including a comparison of measurements made in vivo and in vitro. *Plant and Soil* (1995) 173 (1) 11-20. Germany. Abstracts.
- González A. 1995. El maíz y su conservación. Editorial trillas, Méx. pp 11–30.
- Graetz, A. H. 1997. Suelos y fertilización. 2da. Ed. Editorial Trillas, Méx. pp. 27–59.
- Guerrero, G. A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi – Prensa, España. pp 121 –124.
- Honorato, P. R. 2000. Manual de Edafología. 4ta. Ed. Alfaomega grupo editor, Méx. pp. 247-262.
- Houba, V.J.G.; Van Der Lee, J. J.; Novozamsky I.; Walinga I. 1989. Soil and Plant analysis a series of Syllabi part 7, plant analysis procedures. Wageningen Agricultural University Department of soil science and Plant Nutrition, The Netherlands. pp. 17-19, 96-101, 114-121, 138-141.
- Houba, V. J. G. (1988-2000). Reports of the International Plant Analytical Exchange Program. Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
- Jugenheimer, W. R. Ph. D. 1990. Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Noriega editores, Editorial Limusa , Méx. pp. 24–72.
- Juscafresa B. 1984. Maíz y Sorgo. Colección nuevas técnicas agronómicas. Serrahina y Urpí. Barcelona. pp 12–37.
- Kabata, P. A.; Pendias, H. 1992. Trace elements in Soils and Plants. 2nd edition, CRC Press, E. U. A. pp 258-269, 271-277.

- Llanos, C. M. 1984. El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 99-113.
- López, R. J. 1978. El diagnóstico de suelos y plantas (métodos de campo y Laboratorio). 3era. ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid pp 23-34, 247-264.
- Lorenzatti, M. A.; S. Bizet H. Don H. y Tanducci, W. (AAPRESID), García, F. (INPOFOS cono sur) y Fontanetto, H.(EEA INTA RAFAELA). 1999-00. Red de ensayos AAPRESID-INPOFOS.
- Loué A. 1988. Los microelementos en la agricultura. Ediciones Mundi – Prensa, Madrid, España. pp 39, 243-256.
- Manuales para la Educación Agropecuaria. 1985. Maíz. Área: producción vegetal. Editorial Trillas, Méx. pp. 1-22.
- Marschner H. 1990. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press. London. pp 391 – 407.
- Martínez, G. A. 1988. Diseños experimentales: métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas, Méx. pp 30, 129-131, 149-151, 732.
- Mengel K.; Kirkdy, E. A. 1982. Principles of Plant Nutrition. 3ra. Edition. International Potash Institute. Switzerland. pp 63 – 107.
- Mortvedt, Chair, J.J. y otros. 1991. Micronutrients in Agriculture 2da.ed. number 4 in the soil science society of America Book Series. Madison Wisconsin, USA, pp. 297-329, 371- 411.
- Mortvedt, Ch. J. J.; Giordano, P. M.; Lindsay, W. L. 1983. Micronutrientes en agricultura. Agt. Editor. pp 291-310.
- Orcutt, M. D. and Nilsen, T. E. 2000. Physiology and Plants under Stress. Soil and Biotic Factors. John Wiley & Sons, Inc. New York pp 47-99.
- Pessaraki, M. 1995. Handbook of Plant and Crop Physiology. Marcel Dekker, Inc, New York. pp 197-219.
- Plénet, D.; Mollier, A.; Pellerin, S. Growth analysis of maize field crops under phosphorus deficiency. II Radiation-use efficiency, biomass accumulation and yield components. *Plant and Soil*. 224(2):259-272, 2000.
- Porta, C. J.; López-A.; Reguerín M.; Roquero de Laburu C. 1994. Edafología, para la agricultura y medio ambiente. Ediciones Mundi – Prensa, Madrid. pp
- Reyes, C, P. 1990. El maíz y su cultivo. Agt editor., Méx. pp. 1-58.
- Rodríguez, S. F. 1982. Fertilizantes. Nutrición vegetal. Agt Editor, Méx. pp 11-14, 33-44

- SAGAR. 1999. Anuario estadístico de la producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos de 1998, Méx..
- Salisbury, B. F. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamericana, México. pp 141-148
- Sauerbeck, D. R. and Helal, H. M. Factors Affecting the Nutrient Efficiency of Plants. El Bassam et al. (Eds), Genetic aspects of Plant Mineral Nutrition, 11-17 (1990) Kluwer Academic Publishers.
- Simpson, K. 1986. Abonos y estiércoles. Editorial Acribia, España. pp 32-47, 73-94.
- Soltanpour, P. N.; Malakouti, M. J. and Ronaghi, A. Comparison of Diagnosis and Recommendation Integrated System and Nutrient Sufficiency range for Corn. *Soil Science Society of America Journal*. Vol. 59, Nos.1-2 (1995).
- Sopher, D. Ch.; Baird, V. J. 1982. Soils and soil Management. 2da. Ed. Preston Publishing company, Inc. A Prentice – Hall Company, E.U. pp. 167 – 205
- Tesar, M. B. 1988. Physiological basis of crop growth and Development. American of Agronomy Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin. pp 175-199.
- Tisdale, L. S.; Werner, L. N. 1985. Soil Fertility and Fertilizers, 4ta. Edition, Collier Macmillon Publishers, London. pp. 59-91.
- Universidad de Illinois. 1980. Traducida por Nora Galain de Defranceschi. 1980. Compendio de enfermedades del maíz. Editorial Hemisferio Sur, Argentina. pp.7-10.
- Valenzuela, O. R. Ariño, P. A. 1998. El análisis foliar en el cultivo de maíz en siembra directa. AAPRESID.
- Villanueva, O. B. y Ortiz, S. C. A. 1990. Edafología. 7ma. Ed. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. pp 197-213
- Wild A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según russell. Ediciones mundiprensa, Madrid, España. pp. 79-103.
- Whitehead, C. 2000. Nutrient Elements in Grassland. Soil-Plant-Animal relationships. CABI Publishing. University Press, Cambridge pp 33-40
- Worthen, L. E.; M.S. Samuel; R. Aldrich, Ph. D. 1980. Suelos agrícolas, su conservación y fertilización. 2da. Ed. Unión tipográfica, Editorial Hispano- americana, Méx. pp 272-286
- Periódico La Jornada marzo de 1999

7. APÉNDICE I

TABLA DE NÚMEROS ALEATORIOS

09	18	82	100	97	132	82	53	95	127
90	04	58	54	97	51	98	15	06	54
73	18	95	02	07	147	67	72	62	69
75	76	87	64	90	20	97	118	17	49
54	01	64	40	56	66	128	113	110	103
08	35	86	99	10	78	54	24	127	85
28	30	60	32	64	81	133	31	05	91
53	84	08	62	33	81	59	141	36	128
91	75	75	37	41	61	61	136	22	69
89	41	59	26	94	100	39	75	83	91
77	51	30	138	20	86	88	142	94	101
19	150	123	71	74	69	97	92	102	88
121	81	85	93	13	93	27	88	117	57
151	47	146	64	99	68	110	72	136	121
99	55	96	83	31	62	83	52	141	70
33	71	34	80	07	93	58	47	128	69
95	27	48	68	93	111	130	132	92	70
84	13	28	96	40	44	03	95	21	66
156	73	21	42	34	17	39	59	61	31
65	13	85	68	06	87	64	88	52	61
28	08	100	10	21	76	81	71	91	17
37	40	29	63	97	01	30	47	75	86
27	12	54	03	48	87	08	33	14	17
21	82	64	11	134	47	14	33	40	72
73	16	54	27	42	95	71	90	90	3

Tabla 5. Números aleatorios

APÉNDICE II

ESTADÍSTICO DE PRUEBA t DE STUDENT

$t_{\alpha}(0.05)$ Intervalo de confianza del 95%

$$t_{n-1} = 2.365$$

$$n = 8, 10 \quad n-1 = 7, 9$$

$$T_0 = \frac{n \cdot \bar{x}}{S}$$

$$M = \frac{\bar{x} \pm T_0 \cdot S}{\sqrt{n}}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$C.V. = S/X \cdot 100$$

En donde:

$T_0 = T$ de student, t_{n-1}

$X =$ media de diferencias muestral

$M =$ media de diferencias poblacional

$S =$ desviación estándar de diferencias muestral

$n =$ número de observaciones pares

$C.V. =$ coeficiente de variación

APÉNDICE III

CALCULOS PARA LA APLICACIÓN DE FERTILIZANTES EN ARENA DE RÍO Y SUELO LUVISOL

Al aplicar fertilizantes químicos a la planta para proporcionarle los elementos principales requeridos por ésta, se tiene que por ejemplo: para fósforo se puede aplicar el superfosfato triple que proporciona del 16 – 20% de P_2O_5 a la planta, mientras que para el potasio, el cloruro de potasio del 50 – 60% de K_2O y para el nitrógeno, la urea le proporciona del 45 – 60% de N. (Reyes, 1990)

NITRÓGENO: Se utilizó la urea, y cada planta requiere una cantidad de 2.56 gr. de N, en la urea se tiene el 46 % de N, entonces se realizó el siguiente calculo: $2.56\text{gr./planta} * 100/46=5.56$ gr. que requiere de urea cada planta. Y esto se aplicó para los tratamientos 5 y 6 de la arena y el tratamiento 4 del suelo rojo, dando un total de 50 plantas, 40 para la arena de río y 10 para el suelo rojo. Entonces como cada planta se le quiere aplicar 5.56 gr. de urea y se multiplican por las 50 plantas, dando un total de 278gr. de urea. Los cuáles se pesan y disuelven en agua destilada y se aforan a 2litros y medio. A cada maceta con una planta se le aplicó 50 ml. y a cada maceta con dos plantas se le aplicó 100 ml .

FÓSFORO: Se utilizó el superfosfato-triple. La planta requiere 0.27gr. de P, este fertilizante contiene el 46% de P, se realizó el siguiente calculo: $0.27\text{gr./planta} * 100/46 = 0.5869\text{gr.}$ que requiere de superfosfato –triple la planta. Los tratamientos 4 y 6 para la arena requieren de la aplicación de fósforo dando un total de 40 plantas, 2 por maceta por lo que se realiza la siguiente operación: $0.5869\text{gr. de superfosfato-triple} * 40 \text{ plantas}(2 \text{ por maceta}) = 23.48\text{gr. de fertilizante.}$

Los cuáles se pesan y disuelven en agua destilada y se afora a 2 litros, para aplicar 100 ml. por maceta, correspondiéndole 50ml. a cada planta

POTASIO: Se aplicó cloruro de potasio .La planta requiere 0.65gr. de K, este fertilizante contiene 52% de K, se realizó el siguiente calculo: $0.65\text{gr.} * 100/52 = 1.25\text{gr. de KCl}$ que requiere la planta.

Los tratamientos 4 y 5 para la arena requieren de esta cantidad de K por planta, dando un total de 40 plantas, 2 por maceta, realizándose la siguiente operación: $1.25\text{gr. de KCl} * 40 \text{ plantas} (2 \text{ por maceta}) = 50 \text{ gr. de KCl.}$ Los cuáles se pesan y disuelven en agua destilada y se afora a 2 litros, para aplicar por maceta 100 ml., correspondiéndole a cada planta 50 ml.

APÉNDICE IV

EQUIPO Y MATERIALES DE LABORATORIO

EQUIPO

- Balanza analítica. (Sauter Typ. 414/10)
- Balanza granataria. (Triple beam balance OHAUS)
- Conductímetro (Conductivity Bridge model 31)
- Espectrofotómetro. (Spectronic 88 Bausch & Lomb)
- Estufa. (Blue M. Single – wall transite oven. Blue M. Electronic Company)
- Fotómetro de flama. (Corning – eel. Scientific Instruments, flame photometer.)
- Potenciómetro. (Corning model 10)

MATERIALES

- Agitador (cole palmer rotatest ping-pong # 51500-10)
- Agitador magnetico (Lab-Line instruments, Inc. Magnestir)
- Buretas
- Campanas de extracción
- Matracez
- Micropipetas automáticas
- Parrillas. (thermolyne type 2200 hot plate)
- Pipetas
- Vasos de precipitado
- Vibrador (Maxi Mix II Thermolyne type 37600 Mixer)

APÉNDICE V

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS SUBSTRATOS

* Color

El color del suelo se determinó en base a la tabla de colores de Munsell, con suelo seco y húmedo.

* Textura : Prueba de campo

Se utilizó una prueba manual para estimar la textura de los suelos, en donde se formó una bola de aproximadamente 2.5 de diámetro de una cucharada de suelo fino y se añadió agua lentamente hasta alcanzar un punto en el que el suelo se empezó a adherir a la mano. Según el grado en el que el suelo húmedo fue moldeado, se estimó la clase Textural (Agricultural Compendium, 1985).

* pH y Conductividad Eléctrica (C. E.).

Se pesaron 10 g de suelo, y se colocaron en frascos de plástico con tapa de 50 ml y se les agregaron 25 ml de agua destilada (extracto 1:2.5), se agitaron durante 15 minutos, se dejó asentarse otros 15 minutos y enseguida se midió el pH en el potenciómetro y la conductividad eléctrica en el conductímetro.

* Porcentaje de Saturación de Humedad (P. S. H.).

Se preparó la pasta de saturación, pesando en un vaso de precipitado 300 g de suelo secado a 70°C durante 18 hrs, se añadió agua destilada mezclando, hasta la saturación. Se dejó en reposo durante al menos 4 horas y se comprobaron de nuevo los criterios de saturación añadiendo más suelo (si la pasta estaba muy húmeda) o agua (si la pasta estaba muy seca). Antes de proseguir para la extracción de la pasta de saturación, se tomó una muestra para determinar el % de saturación (PS) o criterio de humedad. La pasta de saturación restante fue filtrada al vacío usando un embudo buchner de filtración y papel filtro y se colectó para la determinación de la conductividad eléctrica. El porcentaje de saturación del suelo se determinó en base al peso de una alícuota de pasta, antes y después de llevar a sequedad (105°C) durante 24 horas. $PS = (\text{peso perdido en el secado} / \text{peso del suelo seco a } 105^{\circ}\text{C}) * 100$. Se midió la conductividad eléctrica del extracto de saturación en el conductímetro, leyendo la conductividad eléctrica corregida a 25°C. Expresando el resultado en $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$ (Aguirre, 1993).

* Porcentaje de Materia Orgánica (% M. O.).

La materia orgánica fue determinada por oxidación crómica, se pesaron 0.2 g. de cada suelo, se colocaron en matraces se les adicionaron 10 ml de Dicromato de Potasio 10.17 M, se mezcló y se agregó lenta y cuidadosamente, por las orillas de cada matraz un volumen de 10 ml de ácido sulfúrico concentrado, se mezcló y se dejó reposar por 30 minutos. Transcurrido este tiempo, se adicionaron 100 ml de agua destilada, volviéndose a mezclar. El contenido de cada matraz se pasó a vasos de precipitados y se tituló con sulfato ferroso (0.5 M) hasta un vire a rojo y un salto de -700 a -300 mV en el potenciómetro (Aguirre et al., 1985).

APÉNDICE VI

REACTIVOS Y PROCEDIMIENTO DE LAS DETERMINACIONES DE LOS NUTRIMENTOS

Para la realización del análisis químico foliar de las plantas de maíz, se llevo a cabo una Digestión Mixta en Tubos con H_2SO_4 -Ácido Salicilico - H_2O_2 . A partir de la cual se tomaron las alícuotas para la determinación de cada uno de los nutrimentos.

DIGESTIÓN MIXTA. Fue calculada para 150 muestras y se realizó en la campana de extracción. Se agregaron muy lentamente 30 ml de agua destilada en 150 ml de ácido sulfúrico concentrado, se dejó enfriar un poco y después se mezcló cuidadosamente con un agitador magnético, enseguida se agregaron 9 g de ácido salicílico y se volvió a mezclar.

Se pesaron 0.3 g de material foliar, el cual fue colocado en tubos de digestión de 50 ml, se les agregaron 3.3 ml de la digestión mixta y se dejaron reaccionar toda la noche, cubriendo los tubos con papel aluminio.

Al día siguiente, las muestras se incubaron a $180^\circ C$ 1 hora, se dejaron enfriar y se les agregaron 5 gotas de peróxido de hidrógeno a cada tubo, se volvieron a colocar los tubos en la parrilla y se elevó la temperatura a $280^\circ C$, los tubos fueron mantenidos en la parrilla durante un tiempo de 5 a 10 min. (hasta que se formaron vapores blancos), se volvieron a bajar los tubos y se enfriaron, nuevamente se agregaron 5 gotas de peróxido de hidrógeno y de nuevo se les subió a calentar en la parrilla durante otros 5 ó 10 minutos a $280^\circ C$, y así hasta que volvieron a aparecer los vapores blancos. Se repitió esta operación hasta que las muestras adquirieron total transparencia.

La solución resultante se pasó a matraces aforados de 50 ml, aforando con agua destilada y guardando cada muestra en recipientes de plástico con tapa previamente lavados y etiquetados.

Nitrógeno por colorimetría (Houba et al, 1989)

REACTIVOS

- 1.-Sol. Hidróxido de sodio. Se disolvieron 40 g de NaOH en 75 ml de agua y se aforo a 100 ml con agua destilada.
- 2.- Sol. Salicilato. Se disolvieron 33 g de ácido salicílico en 31.5 ml de la sol (1) y se llevó a 75 ml con agua destilada. Se preparó justo antes de usar.
- 3.- Sol. Buffer 12.3. Se disolvieron 28.5105 g de fosfato de sodio tribásico -dihidratado, en 800 ml. de agua y se aforo a 1 litro. Se ajustó el pH a 12.3 con NaOH (Sol. 1).
- 4.- Sol. EDTA. Se disolvieron 0.4 g de tetra-acetato hidratado de sodio etileno diamino en 100 ml de agua destilada.

5.- Sol. Hipoclorito. Se diluyeron 20 ml de hipoclorito de sodio para llevar a 100 ml con agua destilada. (se preparó antes de usar).

6.- Sol. Nitroprusiato. Se disolvieron 75 mg de nitroprusiato dihidratado de sodio en 150 ml de agua destilada (se preparó antes de usar).

7.- REACTIVO MEZCLA I. Se mezclaron 75 ml de la sol (2) + 150 ml de la (6) y 7.5 ml de la (4)

8.- REACTIVO MEZCLA II. Se mezclaron 250 ml de la sol. (3) + 62.5 ml de la sol (5).

9.-Sol. Madre. Se disolvieron 1.1793 g de sulfato de amonio en 100 ml. de agua destilada.

PROCEDIMIENTO

SERIE ESTÁNDAR: A 7 tubos de ensaye de 10 ml se les agregaron 5 ml de agua destilada + 0.45 ml de ácido sulfúrico concentrado + 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 ml de sol madre (9), se completaron a 10 ml con agua destilada se mezclaron con un vibrador y se etiquetaron. Esta serie estándar se diluyó posteriormente 1 + 9 (H_2O_2), quedando la solución resultante con concentraciones de 0, 2.5, 5.0, 7.5, 10, 12.5 y 15 mg/L.

Se prepararon tubos de ensayo suficientes para la serie estándar, blancos y muestras, limpiándolos perfectamente. Se tomaron 0.2 ml de cada tubo. Se les agregó, 3 ml del reactivo mezcla I, se mezclaron, y se les agregaron 5 ml del reactivo mezcla II. Se dejaron transcurrir 2 horas, para que tomaran un color verde. Después se midió en el espectrofotómetro a una absorbancia de 660 nm.

CÁLCULOS: El contenido de Nitrógeno en material de planta seco se expresa en mmoles/kg de N, por lo que se realizó el siguiente calculo: $0.714 * (a-b) * V/w$, en donde: a = Concentración de N en la digestión en mg/l, b = concentración de N en la digestión del blanco en mg/l, V = volumen total de la digestión en ml, w = cantidad de material pesado en g.

Fósforo por colorimetría (Houba et al., 1989)

REACTIVOS

1.- Ácido sulfúrico. 2.5 molar. A 140 ml de ácido sulfúrico concentrado se le agregó agua destilada y se aforo a 1 litro.

2.- Ácido sulfúrico 0.7 molar. A 500 ml de agua destilada, se le adicionaron 40 ml ácido de sulfúrico concentrado y se aforo a 1 litro.

3.- Sol. de Mol ibdato. Se disolvieron 4 g de molibdato de amonio en 100 ml agua.

4.- Sol. ácido ascórbico. Se disolvieron 1.76 g de ácido ascórbico en 100 ml agua.

5.- Sol. tartrato de antimonio. Se disolvieron 0.14 g de tartrato de antimonio y potasio en 50 ml. de agua destilada.

6.- REACTIVO MEZCLA. Se agregaron 15 ml de la sol. (3) a 50 ml de la sol. (1), adicionando 30 ml de la sol. (4) y 5 ml de la sol. (5), se mezcló al agregar cada sol.

7.-Sol. Madre. Se disolvieron 0.2197 g de fosfato de potasio dihidrogenado en 40 ml de agua, se adicionaron lentamente 4 ml de ácido sulfúrico concentrado, se dejó enfriar un poco y se aforo a 100 ml. con agua destilada.

PROCEDIMIENTO

SERIE ESTÁNDAR: En 6 tubos de ensaye, se adicionaron 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ml, de la sol. (7) y se llevaron a 10 ml con la sol. (2), mezclando bien con el vibrador. Esta serie estándar se diluyó 1: 9 con agua y presentó concentraciones de P de 0, 1, 2, 3, 4 y 5 mg/L.

Se prepararon tubos de ensayo suficientes, limpiándolos perfectamente. Se tomaron 0.1 ml de la serie estándar, muestras y blancos y se colocaron en los tubos, se adicionaron 3.8 ml del reactivo mezcla (6), se mezclaron e incubaron 10 minutos a que tomaran un color azul. Transcurrido este tiempo se midió en el espectrofotómetro a una absorbancia de 880 nm.

CÁLCULOS: El contenido de Fósforo en material de planta seco se expresa en mmoles/kg de P, realizando el siguiente calculo: $0.323 * (a-b) * V/w$, en donde:
 a = Concentración de P en la digestión en mg/l, b = concentración de P en la digestión del blanco en mg/L, V = volumen total de la digestión en ml, w = cantidad de material pesado en

Potasio por flamometría (Houba et al., 1989).

REACTIVOS

1.- Sol. CsCl. Se pesaron 0.1100 g de cloruro de Cesio y se aforo a 100 ml. con agua destilada

2.- Sol. Madre 4000 mg/l. Se pesaron 0.7627 g de cloruro de potasio (KCl) y se aforo a 100 ml con agua destilada.

PROCEDIMIENTO

SERIE ESTÁNDAR: A 7 tubos de ensayo se les agregaron 5 ml de agua + 0.45 ml de ácido sulfúrico concentrado y se les adicionó 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2 de la sol madre (2), se aforo a 10 ml con agua destilada.

Se prepararon tubos suficientes para la serie estándar, blancos y muestras. Se tomó 1 ml de la serie estándar, blancos y muestras, se colocaron en los tubos correspondientes, se adicionó 1 ml de la sol. (1) en cada tubo, se mezclaron y completaron a 10 ml con agua destilada volviéndose a mezclar. Esta serie estándar presentó concentraciones de K de 0, 8, 16, 24, 32 y 40 mg/L. Se midió el % de transmitancia en el fotómetro de flama, calibrando el valor cero con el estándar 0, el valor 100 con el estándar 1.2.



CALCULOS: El contenido de Potasio en material de planta seco se expresa en mmoles/kg de K, realizando el siguiente calculo: $0.256 * (a-b) * V/w$, en donde:
a = Concentración De K en la digestión en mg/L, b = concentración de K en la digestión del blanco en mg/L, V = volumen total de la digestión en ml, w = cantidad de material pesado en g.

Hierro por colorimetría (Houba et al., 1989)

IZT.

REACTIVOS

- 1.- Sol. Ácido sulfúrico 0.08 M. Se diluyeron 16 ml de H_2SO_4 2.5 M en agua destilada y se aforo a 500 ml.
- 2.- Sol. de 1:10 de fenantrolina. Se pesaron 0.1g de 1:10 de fenantrolina, se adicionaron 6.25 ml de metanol y se mezclaron y aforaron con agua destilada a 25 ml volviendo a mezclar.
- 3.- Sol. de citrato. Se pesaron 3.3 g de citrato de sodio, se disolvieron en agua destilada y se aforo a 150 ml.
- 4.- Hidroquinona al 1%. Se pesaron 0.6 g de hidroquinona, se disolvieron en agua destilada y se aforaron a 60 ml.
- 5.- Sol. madre de Fe 1000 ppm. Se pesaron 0.7022 g de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ y se disolvieron en 50 ml de agua
- 6.-Sol. diluida de Fe 100 ppm. Se tomaron 10 ml de la sol. (5) y se diluyeron en agua destilada, se aforaron a 100 ml.

PROCEDIMIENTO

SERIE ESTANDAR: En 6 tubos, limpios y etiquetados se agregaron, 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ml de la sol (6) y se completaron a 10 ml con la sol (1). Esta serie presentó concentraciones de Fe de 0, 1, 2, 3, 4 y 5 mg/L.

Se prepararon suficientes tubos limpios y etiquetados. Se agregaron 2 ml de la serie estándar, blancos y muestras colocando esta alícuota en los tubos etiquetados, se adicionó 1 ml de la sol. (4) se mezcló, + 0.2 ml de la sol. (2) se volvió a mezclar y se le agregó 2.7 ml de la sol. (3) volviendo a mezclar. Se midió en el espectrofotómetro a una absorbancia de 515 nm

CALCULOS: El contenido de Hierro en material de planta seco se expresa en mg/kg de Fe, realizando el siguiente calculo: $(a-b) * V/w$, en donde:
a = Concentración de Fe en la digestión en mg/L, b = concentración de Fe en la digestión del blanco en mg/L, V = volumen total de la digestión en ml, w = cantidad de material pesado en g.



Manganeso por colorimetría (Houba et al., 1989)

REACTIVOS

1.- Ácido sulfúrico 0.08 M.

2.- Hidroxilamina (NH₂OH.HCl). Se pesaron 1.5 g de hidroxilamina, se disolvieron con agua destilada y se aforaron a 30 ml.

3.- Sol. de formaldoxina. Se añadieron 0.5 g de sol. de formaldehído (37%, densidad 1.09) a 2.4 ml de agua, se disolvieron 0.5 g de NH₂OH-HCl en esta mezcla, y se aforaron a 10 ml. con agua destilada.

4.- Sol. de cianuro. Se disolvieron 0.625 g de KCN en 6.25 ml de agua, se mezclaron con 31.25 ml de NH₄OH (37%) y se adicionaron 112.5 ml de agua destilada, se mezclaron perfectamente.

5.- Sol. madre de Mn 500 ppm. Se pesaron 0.1373 g de MnSO₄ se diluyeron en agua destilada y se aforaron a 100 ml.

6.- Sol. estándar de Mn 100 mg/l. (100 ppm). Se tomaron 20 ml de la sol. (5) y se aforaron a 100 ml con agua destilada.

PROCEDIMIENTO

SERIE ESTÁNDAR: Se tomaron 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 ml de la sol. (6), colocándose en tubos etiquetados, y se completó cada tubo a 10 ml con la sol. (1). Esta serie presentó concentraciones de Mn de 0, 1, 2, 4, 6, 8 y 10 mg/L.

Se prepararon suficientes tubos para la serie estándar, blancos y muestras, limpios y etiquetados. Se tomaron 2 ml de la serie estándar, blancos y muestras, colocándolos en los tubos etiquetados, se añadió 0.50 ml de la sol. (2), + 2.40 ml de la sol. (4) y 2 gotas de la sol. (3), mezclando en cada adición. Se midió en el espectrofotómetro a una absorbancia de 500 nm.

CALCULOS El contenido de Manganeso en material de planta seco se expresa en mg/kg de Mn, realizando el siguiente calculo: $(a-b) * V/w$, en donde:

a = Concentración de Mn en la digestión en mg/L, b = concentración de Mn en la digestión del blanco en mg/L, V = volumen total de la digestión en ml, w = cantidad de material pesado en g

Calcio y Magnesio por titulación con EDTA (Houba et. al., 1989; modificado por Aguirre, 2000 comunicación personal)

REACTIVOS

1.- Buffer pH 10 (NH₄Cl/NH₄OH). Se pesaron 67.5 g. de NH₄Cl + 2 g. de MgEDTA y se disolvieron en 570 ml de NH₄OH (37%). y aforaron con agua destilada a 1 litro.

2.- NaOH 2N. Se pesaron 8 g de hidróxido de sodio y se diluyeron en agua destilada, se aforaron a 100 ml; se tomó de esta sol. 20 ml y se diluyó en agua destilada y se aforo a 100 ml.

3.- Indicador ericromo negro-T (EBT). Se pesaron 0.5 g de EBT + 4.5 g de hidroxilamina se aforaron a 100 ml con etanol.

4.- Sol. estándar de CaCl_2 . Se disolvieron 0.125 g de CaCO_3 en 2.5 ml de HCl 3N, se aforo a 250 ml con agua destilada.

5.- Indicador de murexida.

6.- EDTA 0.01 M. Se disolvieron 0.93 g de Na_2EDTA en agua destilada y se aforo a 500 ml.

PROCEDIMIENTO

a)- Se calibró la determinación con 2 ml de una solución estándar de CaCl_2 0.0025 M.

b)-Calcio-Magnesio. Se tomaron 2 ml de las muestras y blancos, colocando las alícuotas en vasos de precipitados y se aforaron con agua destilada a 25 ml, se adicionaron aproximadamente 10 gotas o más de la sol. (1) hasta que cambiara el pH a 10 (con el potenciómetro), se agregaron de 2 a 4 gotas de la sol. (3), se agitó magnéticamente y se tituló con la sol. (6) hasta virar a una coloración azul (desaparición del rojo).

c)-Calcio. Se tomaron 10 ml. de las muestras y blancos, colocando las alícuotas en vasos de precipitado, se completaron a 25 ml. con agua destilada, se agitaron continuamente con el agitador magnético, se agregó el reactivo (5) con la punta de la espátula, y se tituló con la sol. (6) hasta el vire de color.

APÉNDICE VII

REGRESIÓN LÍNEAL DE LOS DATOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO FOLIAR

NITRÓGENO

x = concentración (ppm)

y = absorbancia

$$y = 0.0065384615 + 0.0743076923 * x$$

$$\text{Despeje de la } x = (y - 0.0065384615)/0.0743076923$$

$$R^2 = 0.9962973402$$

$$\text{Error} = 0.0011115385$$

FÓSFORO

x = concentración (ppm)

y = absorbancia

$$y = 0.0017857143 + 0.1285714286 * x$$

$$\text{Despeje de la } x = (y - 0.0017857143)/0.1285714286$$

$$R^2 = 0.999799423$$

$$\text{Error} = 0.0011115385$$

POTASIO

x = concentración (ppm)

y = absorbancia

$$y = 1.7857142857 + 1.9732142857 * x$$

$$\text{Despeje de la } x = (y - 1.7857142857)/1.9732142857$$

$$R^2 = 0.991256384$$

$$\text{Error} = 61.571428572$$

HIERRO

x = concentración (ppm)

y = absorbancia

$$y = 0.0138235294 + 0.0832352941 * x$$

$$\text{Despeje de la } x = (y - 0.0138235294)/0.0832352941$$

$$R^2 = 0.9960679592$$

$$\text{Error} = 0.0018882353$$

APÉNDICE VIII**CÁLCULOS MATEMÁTICOS PARA OBTENER LOS NIVELES DE NUTRIMENTOS**

Los cálculos matemáticos que a continuación se presentan, son los que se realizaron para cada uno de los tipos de hoja (joven, clorótica o vieja) por tratamiento. Obteniendo la cantidad de cada elemento en mmoles/kg, en el caso de los macroelementos N, P, K, Ca y Mg o mg/kg para los microelementos Fe y Mn.

1.- NITRÓGENO

TIPO HOJA	absor.	c.mg/l	c.corr.	mmoles/kg N
TRATAMIENTO	0.01			
	0.03	$(\text{absor}-0.0065)/0.07$	$(\text{c.mg/l}-0.1)$	$(\text{c.corr.} * 50 * 0.714)/0.3$
CT0 h.j.	0.80	10.68	10.50	1249.13
CT0 h.clr.j	0.68	9.06	8.88	1056.96
CT0 h.v.	0.73	9.67	9.49	1129.02
SZT0 h.j.	1.17	15.66	15.48	1841.67
SZT0 h.v.	0.71	9.47	9.29	1105.00
SZT2 h.j.	0.61	8.12	7.94	944.85
SZT2 h.v.	0.64	8.52	8.34	992.90
SZT1 hcli.j.	0.46	6.10	5.92	704.64
SZT1 hclg.j.	0	0	0	0
SZT1 h.j.	0.65	8.66	8.48	1008.91
SZT1 h.v.	0.59	7.85	7.67	912.83
VRT0 h.j.	0.34	4.49	4.31	512.46
VRT0 h.v.	0.25	3.28	3.10	368.33
VRT1 h.j.	0.50	6.64	6.46	768.70
VRT1 h.j.clor.	0.57	7.58	7.40	880.80
VRT1 h.v.	0.99	13.23	13.05	1553.41
LUT0 h.j.	0.77	10.27	10.09	1201.09
LUT0 h.v.	0.47	6.24	6.06	720.65
LUT1 h.j.	0.42	5.56	5.38	640.58
LUT1 h.v.	0.39	5.16	4.98	592.54
LUT3 h.j.	0.93	12.43	12.25	1457.32
LUT3 h.v.	0.98	13.10	12.92	1537.39
ART0 h.j.	0.29	3.75	3.57	424.38
ART0 h.v.	0.23	2.94	2.76	328.30
ART1 h.j.	0.54	7.18	7.00	832.75
ART1 h.v.	0.58	7.72	7.54	896.81
ART4 h.j.	0.19	2.47	2.29	272.25
ART4 h.v.	0.19	2.40	2.22	264.24
ART5 h.j.	1.06	14.11	13.93	1657.50
ART5 h.v.	1.13	15.12	14.94	1777.61
ART6 h.j.	0.66	8.79	8.61	1024.93
ART6 h.v.	1.14	15.25	15.07	1793.62

2.- FOSFÓRO

TIPO HOJA	Absor.	c.mg/l	c.corr.	mmoles/kg
TRATAMIENTO	0.03			P
	0.15	(absor-0.0017)/0.12	(c.mg/l-0.2)	(c.corr.*50*0.323)/0.3
CT0 h.j.	0.36	2.79	2.57	138.17
CT0 h.clr.j	0.50	3.87	3.66	196.79
CT0 h.v.	0.34	2.63	2.41	129.80
SZT0 h.j.	0.30	2.32	2.10	113.05
SZT0 h.v.	0.26	2.01	1.79	96.30
SZT2 h.j.	0.31	2.40	2.18	117.24
SZT2 h.v.	0.25	1.93	1.71	92.11
SZT1 hcli.j.	0.29	2.24	2.02	108.86
SZT1 helg.j.	0.36	2.79	2.57	138.17
SZT1 h.j.	0.32	2.47	2.26	121.42
SZT1 h.v.	0.30	2.32	2.10	113.05
VRT0 h.j.	0.29	2.24	2.02	108.86
VRT0 h.v.	0.18	1.39	1.17	62.81
VRT1 h.j.	0.23	1.77	1.56	83.74
VRT1 h.j.clor.	0.25	1.93	1.71	92.11
VRT1 h.v.	0.23	1.77	1.56	83.74
LUT0 h.j.	0.21	1.62	1.40	75.37
LUT0 h.v.	0.17	1.31	1.09	58.62
LUT1 h.j.	0.22	1.70	1.48	79.55
LUT1 h.v.	0.25	1.93	1.71	92.11
LUT3 h.j.	0.21	1.62	1.40	75.37
LUT3 h.v.	0.17	1.31	1.09	58.62
ART0 h.j.	0.22	1.66	1.44	77.46
ART0 h.v.	0.18	1.39	1.17	62.81
ART1 h.j.	0.25	1.93	1.71	92.11
ART1 h.v.	0.25	1.93	1.71	92.11
ART4 h.j.	0.25	1.93	1.71	92.11
ART4 h.v.	0.26	1.97	1.75	94.21
ART5 h.j.	0.19	1.46	1.24	66.99
ART5 h.v.	0.20	1.54	1.32	71.18
ART6 h.j.	0.28	2.16	1.94	104.68
ART6 h.v.	0.29	2.24	2.02	108.86

3.- POTASIO

TIPO HOJA	%T.	c.mg/l	c.corr.	mmoles/kg
TRATAMIENTO	0			K
	0	(%T.-1.78)/1.5	(c.mg/l-(-0.9)	(c.corr.*50*0.256)/0.
CT0 h.j.	33	15.82	16.72	713.56
CT0 h.clr.j	3	0.62	0.64	27.22
CT0 h.v.	10	4.16	4.19	178.58
SZT0 h.j.	8	3.15	3.17	135.34
SZT0 h.v.	4	1.12	1.14	48.84
SZT2 h.j.	12	5.18	5.20	221.83
SZT2 h.v.	14	6.19	6.21	265.07
SZT1 hcli.j.	26	12.27	12.29	524.55
SZT1 hclg.j.	10	4.16	4.19	178.58
SZT1 h.j.	4	1.12	1.14	48.84
SZT1 h.v.	10	4.16	4.19	178.58
VRT0 h.j.	12	5.18	5.20	221.83
VRT0 h.v.	4	1.12	1.14	48.84
VRT1 h.j.	3	1.52	1.54	65.83
VRT1 h.j.clor.	12	5.18	5.20	221.83
VRT1 h.v.	12	5.18	5.20	221.83
LUT0 h.j.	22	10.24	10.27	438.06
LUT0 h.v.	20	9.23	9.25	394.81
LUT1 h.j.	4	1.12	1.14	48.84
LUT1 h.v.	3	0.62	0.64	27.22
LUT3 h.j.	18	8.22	8.24	351.57
LUT3 h.v.	12	5.18	5.20	221.83
ART0 h.j.	9	3.66	3.68	156.96
ART0 h.v.	7	2.64	2.67	113.71
ART1 h.j.	6	2.14	2.16	92.09
ART1 h.v.	4	1.12	1.14	48.84
ART4 h.j.	4	1.12	1.14	48.84
ART4 h.v.	8	3.15	3.17	135.34
ART5 h.j.	12	5.18	5.20	221.83
ART5 h.v.	4	1.12	1.14	48.84
ART6 h.j.	12	5.18	5.20	221.83
ART6 h.v.	5	1.63	1.65	70.47

4.- CALCIO y MAGNESIO

TIPO HOJA TRATAMIENTO	Ca y Mg/ 0.14	Ca/ 0.1	meq/l Ca-Mg ((mEDTACa+Mg-0.14)*0.02)	mmoles/kg Ca+Mg (meq/l Ca+Mg*50)	meq/l Ca ((mEDTACa-0.1)*0.02)/2	mmoles/kg Ca (meq/l Ca*50)	mmoles/Kg Mg (mmoles/kg Ca+Mg) - (mmoles
CT0 h.j	0.49	0.075	4.15	345.63	0.89	74.06	271.56
CT0 h.clr.j	0.23	0.07	1.07	88.88	0.83	69.13	19.75
CT0 h.v.	0.25	0.12	2.96	246.88	1.42	118.50	128.38
SZT0 h.j	0.35	0.16	2.49	207.38	1.90	158.00	49.37
SZT0 h.v.	0.47	0.12	3.91	325.88	1.42	118.50	207.38
SZT2 h.j	0.2	0.06	2.37	197.50	0.71	59.25	138.25
SZT2 h.v.	0.35	0.2	2.49	207.38	2.37	19.75	187.63
SZT1 heli.j	0.4	0.1	3.08	256.75	1.19	9.88	246.88
SZT1 helg.j	0.46	0.07	3.79	316.00	0.83	69.13	246.88
SZT1 h.j	0.28	0.12	1.66	138.25	1.42	118.50	19.75
SZT1 h.v.	0.26	0.16	3.08	256.75	1.90	158.00	98.75
VRT0 h.j	0.3	0.11	1.90	158.00	1.30	108.63	49.38
VRT0 h.v.	0.33	0.2	3.91	325.88	2.37	197.50	128.38
VRT1 h.j	0.31	0.11	2.01	167.88	1.30	108.63	59.25
VRT1 h.j.dor.	0.35	0.15	2.49	207.38	1.78	148.13	59.25
VRT1 h.v.	0.62	0.22	5.69	474.00	2.61	217.25	256.75
LUTO h.j	0.48	0.25	4.03	335.75	2.96	246.88	88.88
LUTO h.v.	0.66	0.38	6.16	513.50	4.50	375.25	138.25
LUT1 h.j	0.31	0.12	2.01	167.88	1.42	118.50	49.38
LUT1 h.v.	0.63	0.26	5.81	483.88	3.08	256.75	227.13
LUT3 h.j	0.7	0.45	6.64	553.00	5.33	444.38	108.63
LUT3 h.v.	1.3	0.76	13.75	1145.50	9.01	750.50	395.00
ART0 h.j	0.39	0.075	2.96	246.88	0.89	74.06	172.81
ART0 h.v.	0.73	0.235	6.99	582.63	2.78	232.06	350.56
ART1 h.j	0.28	0.09	1.66	138.25	1.07	88.88	49.38
ART1 h.v.	0.53	0.16	4.62	385.13	1.90	158.00	227.13
ART4 h.j	0.175	0.11	2.07	172.81	1.30	108.63	64.19
ART4 h.v.	0.33	0.16	2.25	187.63	1.90	158.00	29.63
ART5 h.j	0.4	0.17	3.08	256.75	2.01	167.88	88.88
ART5 h.v.	0.69	0.24	6.52	543.13	2.84	237.00	306.13
ART6 h.j	0.45	0.095	3.67	306.13	1.13	93.81	212.31
ART6 h.v.	0.74	0.32	7.11	592.50	3.79	316.00	276.50

5.- HIERRO

TIPO HOJA	absor.	c.mg/l	c.corr.	mg/kg	mg/kg
TRATAMIENTO	0			Fe	Fe
	0	$(\text{absor}-0.013)/0.03$	$c.mg/l-(0.16*c.mg/l*50)/0.3$		$(c.corr./1*50)/0.3$
CT0 h.j.	0.15	1.64	1.80	272.67	300.35
CT0 h.clr.j	0.07	0.67	0.84	112.49	140.16
CT0 h.v.	0.05	0.43	0.60	72.44	100.12
SZT0 h.j.	0.06	0.55	0.72	92.46	120.14
SZT0 h.v.	0.08	0.80	0.96	132.51	160.19
SZT2 h.j.	0.04	0.31	0.48	52.41	80.09
SZT2 h.v.	0.14	1.52	1.68	252.65	280.33
SZT1 hcli.j.	0.08	0.80	0.96	132.51	160.19
SZT1 hclg.j.	0.13	1.40	1.56	232.63	260.31
SZT1 h.j.	0.13	1.40	1.56	232.63	260.31
SZT1 h.v.	0.06	0.55	0.72	92.46	120.14
VRT0 h.j.	0.04	0.31	0.48	52.41	80.09
VRT0 h.v.	0.12	1.28	1.44	212.60	240.28
VRT1 h.j.	0.09	0.92	1.08	152.53	180.21
VRT1 h.j.clor.	n/d	0.00	0.17	0.00	27.68
VRT1 h.v.	n/d	0.00	0.17	0.00	27.68
LUT0 h.j.	0.03	0.19	0.36	32.39	60.07
LUT0 h.v.	0.08	0.80	0.96	132.51	160.19
LUT1 h.j.	n/d	0.00	0.17	0.00	27.68
LUT1 h.v.	0.08	0.80	0.96	132.51	160.19
LUT3 h.j.	0.03	0.19	0.36	32.39	60.07
LUT3 h.v.	0.04	0.31	0.48	52.41	80.09
ART0 h.j.	n/d	0.00	0.17	0.00	27.68
ART0 h.v.	0.08	0.80	0.96	132.51	160.19
ART1 h.j.	0.1	1.04	1.20	172.56	200.24
ART1 h.v.	0.05	0.43	0.60	72.44	100.12
ART4 h.j.	n/d	0.00	0.17	0.00	27.68
ART4 h.v.	0.15	1.64	1.80	272.67	300.35
ART5 h.j.	0.02	0.07	0.24	12.37	40.05
ART5 h.v.	0.11	1.10	1.26	182.57	210.25
ART6 h.j.	0.07	0.67	0.84	112.49	140.16
ART6 h.v.	0.28	3.20	3.36	532.98	560.66

6.- MANGANESO

TIPO HOJA TRATAMIENTO	absor.	ppm	c.mg/l	c.corr.	mg/kgMn	mg/kgMn ppm
	0.04					
	0.03		(absor-0.011)/0.0	c.mg/l-0.3	(c.corr.*50)/0	(ppm*50)/0.3
CT0 h.j.	0.145	0.75	2.25	1.85	307.81	125
CT0 h.clr.j	0.11	0.4	1.66	1.26	209.87	66.67
CT0 h.v.	0.14	0.7	2.16	1.76	293.82	116.67
SZT0 h.j.	0.19	1.25	3.00	2.60	433.73	208.33
SZT0 h.v.	0.17	1	2.67	2.27	377.77	166.67
SZT2 h.j.	0.09	0	1.32	0.92	153.91	0
SZT2 h.v.	0.12	0.5	1.83	1.43	237.85	83.33
SZT1 heli.j.	0.13	0.6	1.99	1.60	265.84	100
SZT1 helg.j.	0.13	0.6	1.99	1.60	265.84	100
SZT1 h.j.	0.14	0.7	2.16	1.76	293.82	116.67
SZT1 h.v.	0.12	0.5	1.83	1.43	237.85	83.33
VRT0 h.j.	0.12	0.5	1.83	1.43	237.85	83.33
VRT0 h.v.	0.23	1.7	3.67	3.27	545.66	283.33
VRT1 h.j.	0.17	1	2.67	2.27	377.77	166.67
VRT1 h.j.clor.	0.13	0.6	1.99	1.60	265.84	100
VRT1 h.v.	0.28	2.3	4.51	4.11	685.58	383.33
LUT0 h.j.	0.15	0.8	2.33	1.93	321.80	133.33
LUT0 h.v.	0.25	1.9	4.01	3.61	601.63	316.67
LUT1 h.j.	0.33	3.2	5.35	4.95	825.49	533.33
LUT1 h.v.	0.28	2.3	4.51	4.11	685.58	383.33
LUT3 h.j.	0.14	0.7	2.16	1.76	293.82	116.67
LUT3 h.v.	0.16	0.9	2.50	2.10	349.78	150
ART0 h.j.	0.16	0.9	2.50	2.10	349.78	150
ART0 h.v.	0.14	0.7	2.16	1.76	293.82	116.67
ART1 h.j.	0.115	0.45	1.74	1.34	223.86	75
ART1 h.v.	0.26	2	4.18	3.78	629.61	333.33
ART4 h.j.	0.145	0.75	2.25	1.85	307.81	125
ART4 h.v.	0.155	0.85	2.41	2.01	335.79	141.67
ART5 h.j.	0.28	2.3	4.51	4.11	685.58	383.33
ART5 h.v.	0.355	3.75	5.77	5.37	895.45	625
ART6 h.j.	0.165	0.95	2.58	2.18	363.78	158.33
ART6 h.v.	0.265	2.1	4.26	3.86	643.60	350.00

IX. MEDICIONES MORFOLÓGICAS REALIZADAS A LAS PLANTAS DE MAÍZ EN

fecha	(Dia-Mes)	1307	1507	1707	1807	2007	2207	2407	2607	2807									
tiempo	(Dia)	3	5	7	8	10	12	14	16	18									
VRT0 (SUELO VERTISOL, TESTIGO-TRATAMIENTO 0-SIN NADA)																			
#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	25	26.5	3	29.4	4	34.1	5	35.5	5	38.9	5	44.4	6	47.3	6	51.5	6	57.2	7
2	67	29.9	4	33.3	5	36.9	5	38.2	5	38.2	5	43.1	6	47	6	49.2	6	51.5	6
3	96	30	4	33.6	5	38	5	38	5	43.1	5	48.4	6	50.4	6	63.9	7	56.8	6
4	143	32.5	4	33.6	5	38.6	5	44.5	5	46.8	5	52.2	6	53.4	6	59.4	7	40	5
5	155	23.3	4	25.4	4	29.5	4	35	5	37.1	5	44.3	6	47.2	5	52.9	6	56.6	7
6	79	28	3	30.3	4	35	4	37.1	5	43.3	5	51	6	54.9	6	64.2	7	71	8
7	92	27.1	4	28.2	4	32.5	4	33.6	4	35.1	5	38.4	5	43.3	6	44.8	6	49.9	7
8	160	22.9	3	25.2	4	30.6	4	36.1	5	36.1	5	41.5	5	46.5	6	49.9	6	53.4	6
9	145	28.3	4	31	5	34	5	39.7	5	41.2	6	45.4	6	50.8	6	58.2	7	60.6	7
10	159	28.9	3	31.9	4	35	5	41.2	5	41.4	6	42.1	6	42.8	6	42.2	6	42.4	7
media	X	27.75	3.6	30.39	4.4	34.51	4.6	37.6	4.9	39.91	5.2	44.9	5.8	48.088	5.9	52.975	6.4	55.6	6.63
desvest.	S	2.18	0.516	2.73	0.52	2.33	0.52	2.12	0.32	2.72	0.42	2.97	0.42	2.87	0.32	5.85	0.52	6.64	0.52
coefvar	C.V.	7.84	14.34	8.98	11.74	6.78	11.23	5.65	6.45	6.82	8.11	6.62	7.27	5.97	5.36	11.04	8.07	6.55	7.81
interconf	I.C.+	29.57	4.032	32.67	4.83	36.46	5.03	39.38	5.16	42.19	5.55	47.38	6.15	50.49	6.16	57.87	6.83	58.85	7.06
interconf	I.C.-	25.93	3.168	28.11	3.97	32.56	4.17	35.82	4.64	37.64	4.85	42.42	5.45	45.69	5.64	48.08	5.97	52.55	6.19
	n	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8

VRT1 (SUELO VERTISOL, -TRATAMIENTO 1-ABONADO CON ESTIÉRCOL AL 50%)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	19	30	3	35.1	4	39	5	39.6	4	46.4	6	51	6	54.2	6	62.5	7	67.1	7
2	50	29.6	3	32.6	4	35.2	5	35	5	39.7	5	42	5	43.3	6	44.1	5	47.3	6
3	23	28	3	29.5	4	34.2	4	34.5	5	36.1	5	38.7	6	41.5	6	43.7	6	51.4	7
4	71	21	3	22	4	27	4	28.4	5	29.5	5	33.8	5	38.5	5	43	6	41.3	5
5	74	22.5	4	23.5	4	29.5	4	30.3	4	31.8	5	36.2	4	40.4	5	41.9	5	43	5
6	51	29.5	4	33.9	5	36.4	5	38	5	41.7	6	44.4	6	46.1	6	48.6	6	51.1	6
7	38	16.5	3	16.8	4	23	4	24.5	4	25.5	3	26.6	5	27.4	5	30.1	4	34.5	4
8	83	26.5	3	27.3	4	29.6	4	30.6	4	32.1	5	34.2	4	34.4	4	34.8	5	36.9	5
9	42	21.7	3	24.6	4	29.2	4	29.8	4	30.6	5	32.8	4	35.6	6	37.2	6	37.4	5
10	101	23.3	4	25.7	4	28.2	4	29	4	30.5	5	30.9	4	32.5	5	31.8	5	35.3	5
media	X	25.263	3.3	27.388	4.1	31.163	4.3	31.95	4.4	34	5.125	36.625	4.9	39.038	5.4	40.638	5.5	45.5	5.5
desvest.	S	3.5484	0.483	4.2897	0.3162	3.548	0.483	3.4409	0.5164	4.609	0.354	4.7071	0.876	4.6647	0.70	5.5541	0.5345	6.3852	0.97
coefvar	C.V.	14.046	14.64	15.663	7.7129	11.386	11.234	10.77	11.736	13.556	6.899	12.852	17.87	11.949	12.948	13.668	9.7186	14.033	17.6696
interconf	I.C.+	28.23	3.704	30.974	4.3644	34.129	4.7039	34.827	4.8318	37.854	5.421	40.561	5.632	42.938	5.9846	45.282	5.9469	50.839	6.31
interconf	I.C.-	22.295	2.896	23.801	3.8356	28.196	3.8961	29.073	3.9682	30.146	4.829	32.689	4.168	35.137	4.8154	35.993	5.0531	40.161	4.69
	n	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8	10	8	10	8	8	8	10

CT0 (COMPOSTA, TESTIGO-TRATAMIENTO 0- SIN NADA)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	122	27	3	27.1	4	31.5	4	36.4	5	38.7	6	40.8	6	44.5	6	45.8	7	48.8	8
2	119	30	4	33	5	35.2	5	37	5	39.1	6	43.8	6	45.5	6	49.7	7	55	8
3	120	29	4	29.3	4	33.8	4	38	5	38.1	5	39.2	5	42.7	5	45.2	6	48.7	7
4	45	28.7	3	34.2	4	36.7	5	37.2	5	38.9	5	43.6	6	45.6	6	47	6	47.7	6
5	115	33.2	3	34.7	4	35.4	5	35	5	41	6	45.8	6	47.5	6	49.4	7	54.4	8
6	112	23	3	23.5	4	25.3	4	26.9	4	30.2	4	32.6	4	36.8	5	37.4	5	40.5	6
7	114	29.6	3	31.6	4	34.7	4	35.5	4	36.5	5	42	5	43.5	6	43.9	7	46.6	7
8	134	27.8	3	30.2	4	33.9	4	35.9	4	35.9	5	40.2	6	42.7	6	45.1	6	48	7
9	135	27	3	29	4	32.3	4	34.3	5	35.3	5	39.7	6	42.7	6	47.2	7	49.8	7
10	104	30	4	31.1	5	33.2	5	32.3	5	38.8	6	41.7	6	45.8	6	50.5	7	54.3	7
media	X	28.638	3.3	30.688	4.2	33.75	4.4	35.45	4.7	37.663	5.3	41.375	5.6	44.125	5.8	46.663	6.5	49.025	7.1
desvest.	S	1.0257	0.378	2.1232	0	1.1606	0.488	1.0849	0.5345	1.5126	0.577	1.8243	0.787	1.2562	0.49	1.9657	0.76	4.4906	0.69007
coefvar	C.V.	3.5816	11.45	6.9188	0	3.4388	11.09	3.0604	11.373	4.0162	10.89	4.4091	14.05	2.8469	8.41	4.2126	11.63	9.1599	9.72
interconf	I.C.+	29.495	3.616	32.463	4.2	34.72	4.806	36.357	5.1469	38.927	5.783	42.9	6.258	45.175	6.21	48.306	7.13	52.78	7.68
interconf	I.C.-	27.78	2.984	28.912	4.2	32.78	3.992	34.543	4.2531	36.398	4.817	39.85	4.942	43.075	5.39	45.019	5.87	45.27	6.52
	n	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10

PARÁMETROS MORFOLÓGICOS CONSIDERADOS ALTURA TOTAL DE LA PLANTA (AT), NÚMERO DE HOJAS (NH), ANCHO TOTAL DE LA HOJA (AN).

DE MEJORAMIENTO, DURANTE 67 DÍAS DE CULTIVO.

109	409	609	909	1109	1309	1509	1608	109	709	1309									
53	56	58	61	63	65	67	36	53	59	65									
AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
73.9	6	67.6	4	70.7	5	72.3	5	73.7	5	68.4	5	71	5	3.8	3.9	4.5	4.1	0.67	12.5
69	5	69.8	5	71.9	6	72.8	6	74	6	75	5	73.5	5	3.4	3.6	3.7	3.8	0.83	26.2
54.4	5	53.5	5	50.2	5	52	6	54.9	5	54.9	5	55.3	5	3.3	3.7	3.7	3.9	0.98	19.7
48	5	76.2	6	81.1	6	79.2	6	78	5	73.8	5	76.5	6	1.9	2.3	2.3	2.3	0.82	8.2
55.5	5	60.1	5	63	6	64.3	6	66.4	4	60.1	5	68	5	3	3.5	3.6	3.6	0.84	27.5
81.8	5	83.5	5	87.7	6	95.2	10	83.8	7	84.8	7	85.5	7	5	4.9	4.9	4.5	1.4	60.7
79.5	6	80.5	6	81.8	6	81.4	7	77.1	7	78.6	6	80.7	6	4.2	4.5	4.5	4.7	1.2	44.9
83	5	87.2	6	88	6	87.7	6	84.7	7	84.7	7	78.2	7	5	5.2	5	5.1	1.24	60.2
82	6	63.8	6	83.6	6	83.6	6	82.2	6	83.4	7	85.6	7	5	4.9	4.6	4.6	1.14	59.6
84.5	6	85.2	6	88.9	6	85.7	6	81.2	6	82.7	6	86.1	6	4.7	4.9	5.2	5	1.08	58.7
75.4	5.4	73.3375	5.4	78.45	5.8	78.375	6.125	78.8	5.8	75.8125	5.8	77.375	5.9	3.93	4.2375	4.3125	4.275	1.04	39.58
9.32	0.52	9.37	0.70	8.96	0.42	7.96	0.35	5.66	1.03	8.44	0.92	6.43	0.88	1.04	0.63	0.56	0.49	0.21	23.92
12.36	9.56	12.78	12.95	11.42	7.27	10.16	5.77	7.38	17.81	11.14	15.84	8.31	14.84	26.53	14.78	13.08	11.58	20.07	60.44
83.19	5.83	81.18	5.98	85.94	6.15	85.03	6.42	81.53	6.66	82.87	6.57	82.75	6.63	4.80	4.76	4.78	4.69	1.21	59.58
67.6077	4.96821	65.4992	4.82	70.9585	5.45	71.7169	5.83	72.0714	4.94	68.7517	5.032	71.9957	5.166	3.06	3.71448	3.84	3.861	0.86	19.57
8	10	8	10	8	10	8	8	8	10	8	10	8	10	10	8	8	8	8	8
AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
93.4	8	94.1	8	94.5	9	95.4	9	98.7	9	98.8	9	101	9	5	5	5.1	5.4	1.76	121.5
73.4	8	77.3	9	80.3	10	85.1	10	89.1	10	91	10	93.5	10	3.8	5	5.2	5.8	1.65	92.2
96.3	8	97.4	8	100.1	9	100.5	9	99.7	9	103.8	9	104.3	8	4.8	5.4	5.5	5.5	1.74	118.7
83.9	9	87.3	8	90.4	9	91	10	94.7	8	95.8	8	95.5	9	5	5.9	6.1	6.5	1.7	106.8
87.3	8	89.4	9	93	9	94.4	9	100	10	101	9	102.4	9	4.3	4.9	5.6	5.3	1.72	116.8
70.6	8	72.6	8	76	9	77.5	9	78.4	9	79.6	10	82.2	9	3.4	4.5	4.8	5	1.37	46.8
66.2	6	77.4	6	78.8	7	81.8	7	84.5	9	85	8	87	8	4.5	4.7	5	5.4	1.07	39
69.5	8	73.5	7	76.1	8	79.2	8	84.3	8	85.5	7	86.5	7	3.8	4.2	4.7	4.7	1.43	89.2
66.2	8	68.2	8	70.3	9	72.5	9	74.6	9	75.7	9	78.1	9	3.4	4.5	5	5.1	1.42	63.3
73.9	7	82.7	9	85.2	9	87.4	9	94.5	9	95.1	10	95.4	8	3.2	4.6	5	5.2	1.38	72.3
77.275	7.875	81.7875	8	84.2875	8.88	86.475	8.9	90.4875	9	91.475	8.9	92.9375	8.625	4.13	4.83	5.15	5.338	1.55	88.26
9.70	0.35355	7.87	0.94	7.56	0.35	6.77	0.88	7.64	0.67	7.51	0.994	7.17	0.518	0.62	0.31	0.27	0.25	0.17	25.91
12.5511	4.48957	9.62	11.7851	8.9099	3.98	8.83	9.84	8.44048	7.41	8.21295	11.17	7.71075	6.001	14.93	6.44	5.29	4.691	10.824	29.35
85.3848	8.17063	88.3857	8.79	90.6093	9.17	92.1374	9.63	96.8738	9.56	97.7589	9.732	98.9296	9.058	4.63996	5.08	5.38	5.547	1.69	109.9
69.1652	7.57937	75.2093	7.21	77.9657	8.58	80.8128	8.17	84.1012	8.44	85.1931	8.068	86.9454	8.192	3.61004	4.57	4.92	5.128	1.41	66.8
8	8	8	10	8	8	8	10	8	10	8	10	8	8	8	8	8	8	8	8
AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
83.8	8	86.5	8	85.5	8	90.9	9	93.6	10	94.2	10	93.6	9	5.8	6.7	7.8	7.5	2.53	204.9
97.9	9	100.5	9	101.4	10	102.4	10	104.5	10	104.5	11	102	9	5.8	7.2	7.5	7.6	2.12	196.4
73.2	8	76.5	8	80.7	8	83	8	85	9	86	9	91	7	4.4	5.8	6.5	7.1	2.3	138.3
77.3	9	79.8	8	81.4	10	82	9	79.7	10	84.4	10	84.4	10	4.1	5.9	6.4	7	1.66	72.2
95	9	100	11	98.5	10	102.8	10	105.3	9	106	10	107.5	10	5	6	6	6.2	2.63	200
87	7	83.7	8	78.5	8	77	8	89	9	88.4	7	80	8	5	5.8	6.2	6.2	1.79	134.7
95	8	93.5	8	95	8	97.5	9	99	9	102	10	101.5	9	4.8	6	7	7	2.17	160.7
80.2	8	82.5	8	86.5	9	87.1	10	89.4	8	88	10	84.8	8	5	6.2	6.5	6	1.83	116.8
89.4	7	87.7	8	90.1	7	92.8	8	94.6	9	96.5	9	94.7	9	5.1	5.8	6.5	7	2.1	136.9
91.6	8	94.4	9	89.5	8	96.3	8	97.3	7	97.6	8	99	9	6	7	7	7	2.13	168.2
87.4125	8.1	88.5125	8.5	88.4	8.6	91.5	8.9	94.15	9	94.65	9.5	93.875	8.8	5.11	6.18	6.7	6.875	2.12125	142.5
7.40	0.8165	7.62	1.13	7.21	1.13	6.59	0.89974	7.47968	0.58	6.80	0.516	7.17	1.113	0.26	0.15	0.26	0.428	0.22	29.1
8.46	10.0802	8.61	13.3399	8.15	13.1848	7.21	10.1094	7.94	6.42	7.19	5.436	7.64	12.64	5.01	2.46	3.94	6.222	10.4001	20.41
93.5966	8.78272	94.8829	9.45	94.4278	9.55	97.014	9.65	100.404	9.48	100.337	9.932	99.869	9.73	5.33	6.30	6.92	7.233	2.31	166.9
81.2284	7.41728	82.1421	7.55	82.3724	7.65	85.986	8.15	87.8958	8.52	88.9627	9.068	87.881	7.87	4.90	6.05	6.48	6.517	1.94	118.2
8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8	10	8	8	8	8	8	8

Y MES DE LA MEDICIÓN, EL TIEMPO SON LOS DÍAS CORRESPONDIENTES A LA MEDICIÓN, DESPUÉS DEL TRANSPLANTE.

LUTO (SUELO LUVISOL, TESTIGO- TRATAMIENTO 0-SIN NADA)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	108	25.6	3	28.1	4	32.3	5	33	5	33.8	5	37.8	5	40.6	6	45.7	6	44.8	6
2	14	23.5	3	23.7	4	26.8	3	28.9	4	30.8	5	32.8	5	37.2	6	43.6	6	40.9	6
3	137	25.4	3	26.2	4	30.5	4	34.7	5	35	5	37.7	5	42.3	5	47.3	6	46.2	6
4	140	25	3	26.7	4	33.4	4	36	5	37	5	42.8	5	45.6	6	45.5	6	49	6
5	129	27	3	28.3	3	33.7	4	36.3	5	36.2	5	40.7	5	43.4	5	44	6	48.3	6
6	29	28.6	3	29.2	4	34	4	34.9	4	36.5	5	37.4	5	41.1	5	43.4	5	44.6	6
7	63	27.5	3	29.6	4	32.7	4	33.7	4	35.4	5	38.1	5	41.7	6	41.5	6	44.9	5
8	12	29.3	3	30	3	36.3	4	37.4	4	39.5	5	39.9	5	41.9	5	39.3	6	45.7	5
9	154	31	4	32.4	5	35.2	5	39.5	5	40.8	5	44.6	6	47.4	6	49.77	5	49.3	6
10	148	24.4	3	25.7	4	32	5	35.7	5	35.7	5	40.2	5	43.6	5	47.4	6	46.2	6
media	X	26.8	3.2	27.975	3.9	32.975	4.2	35.213	4.6	36.138	5	39.325	5.1	42.525	5.5	44.338	5.9	46.213	5.8
desvest.	S	1.7768	0.42	1.6175	0.57	1.43	0.63	1.4327	0.52	1.6767	0	1.8967	0.32	1.614	0.53	1.76	0.32	1.63	0.42
coefvar	C.V.	6.6798	13.18	5.7821	14.56	4.3367	15.06	4.0688	11.23	4.6397	0	4.8282	6.20	3.7954	9.58	3.97	5.36	3.54	7.27
interconf	I.C.+	28.086	3.55	29.328	4.37	34.171	4.73	36.41	5.03	37.539	5	40.913	5.36	43.875	5.94	45.81	6.16	47.58	6.15
interconf	I.C.-	25.114	2.85	26.622	3.43	31.779	3.67	34.015	4.17	34.736	5	37.737	4.84	41.175	5.06	42.87	5.64	44.85	5.45
n		8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10

LUT1 (SUELO LUVISOL, TRATAMIENTO 1-ABONADO CON ESTIÉRCOL AL 50%)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	33	25.8	3	26.6	3	27.1	3	29	4	32.2	4	34.6	5	35.3	6	48.2	5	39.6	5
2	141	25.5	3	26.1	4	29.8	4	34	5	34.3	5	34.9	5	38.5	5	43.5	5	46.7	5
3	36	26.5	3	27.4	4	28.2	4	30.6	4	34.4	4	35.1	5	35.9	6	42.4	5	38.4	5
4	91	28.4	3	30.8	5	34.8	5	35.6	5	36.7	5	38.4	5	40.5	5	45.9	4	47	5
5	77	29	3	29.2	4	30.5	4	29.2	4	31.3	3	32.7	3	32.9	4	32.3	3	34	4
6	31	27.5	4	30.6	4	32.5	5	33	5	35.9	6	39.1	6	39.3	5	33.3	6	43.5	6
7	5	30.7	3	32.9	4	34.3	5	34.5	5	41	6	41.7	6	43.2	6	39.5	5	45.8	5
8	53	26.1	3	26.2	4	28.1	4	29.5	5	30.6	5	30.5	4	32.8	5	40.6	5	33.7	5
9	84	25.9	4	27.4	4	31.2	4	32.9	4	35.7	5	41.3	6	43.9	6	52.9	6	56.9	6
10	62	18.9	3	23	4	25	4	25.5	4	30.5	5	34.5	6	35.6	5	43.5	5	47	6
media	X	26.838	3.2	28.038	4	30.213	4.2	31.588	4.5	33.888	4.875	36.325	5.1	37.85	5.4	40.438	5.1	43.388	5.1
desvest.	S	1.3071	0.422	1.9108	0	2.431	0.6325	2.2599	0.527	2.2687	0.641	2.9212	0.994	3.3321	0.5164	3.6477	0.5676	3.8054	0.99443
coefvar	C.V.	4.8703	13.18	6.8152	0	8.0464	15.058	7.1543	11.712	6.8948	13.15	8.0419	19.5	8.8502	9.5629	9.0205	11.13	8.7708	19.496
interconf	I.C.+	27.93	3.553	29.635	4	32.245	4.7288	33.477	4.9407	35.784	5.411	38.768	5.932	40.436	5.8318	43.488	5.5746	46.569	5.9315
interconf	I.C.-	25.745	2.847	26.44	4	28.18	3.6712	29.698	4.0593	31.991	4.339	33.882	4.268	34.864	4.9682	37.387	4.6254	40.206	4.2685
n		8	10	8	8	8	10	8	10	8	8	8	10	8	10	8	10	8	10

LUT3 (SUELO LUVISOL, TRATAMIENTO 3-FERTILIZACIÓN NITRÓGENADA CON UREA)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	9	25.1	3	26.5	4	27.3	3	28.8	4	31.8	4	33	4	37.7	5	34.6	4	36.1	4
2	18	22.8	3	22.7	3	23.7	4	24.3	4	25.7	4	26.7	3	26.9	3	26.2	3	26.4	3
3	82	26.5	3	27.5	4	30.1	4	30.8	4	32.9	4	34	5	34.7	4	36.7	5	38.5	5
4	100	21.3	3	22.3	4	22.7	4	24.7	4	27.3	4	28.6	4	29.1	5	30	5	32.5	5
5	97	22.1	3	22.3	4	24.4	3	25.8	3	27.9	4	28.2	4	28.3	4	30.5	4	31.5	4
6	132	22.8	3	24	4	24.9	4	27.9	4	28.6	4	30.1	5	30.8	5	30.6	5	31.2	5
7	127	21.5	3	22.7	3	22.8	3	23.2	3	22.9	4	22.8	3	22.3	3	////	////	////	////
8	90	26.2	3	29.1	4	30.8	4	32.2	5	33.3	5	35.3	5	38.6	5	39.5	6	40.4	5
9	4	24.7	3	26.6	4	28.9	4	30.8	5	32.3	5	34	5	27.6	5	29.2	6	30.1	6
10	58	28.2	3	28.6	3	29.5	4	30.7	4	31.1	4	33	4	33.4	4	33.6	4	34.7	4
media	X	23.863	3	25.175	3.7	26.45	3.7	27.975	4	29.7	4.2	30.95	4.2	31.083	4.3	31.425	4.5	32.625	4.38
desvest.	S	2.0375	0	2.5772	0.483	2.8498	0.483	2.7525	0.6667	2.6614	0.422	2.9002	0.789	3.8474	0.8233	3.3478	0.9258	3.7671	0.74
coefvar	C.V.	8.5383	0	10.237	13.055	10.773	13.055	9.8393	16.667	8.9608	10.04	9.3707	18.78	12.386	19.146	10.653	20.574	11.547	17.01
interconf	I.C.+	25.566	3	27.33	4.1039	28.833	4.1039	30.277	4.5574	31.925	4.553	33.375	4.86	34.28	4.9884	34.224	5.2741	35.775	5.00
interconf	I.C.-	22.159	3	23.02	3.2961	24.067	3.2961	25.673	3.4426	27.475	3.847	28.525	3.54	27.845	3.6116	28.626	3.7259	29.475	3.75
n		8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8	8

PARÁMETROS MORFOLÓGICOS CONSIDERADOS: ALTURA TOTAL DE LA PLANTA (AT); NÚMERO DE HOJAS (NH); ANCHO TOTAL DE LA HOJA (AN).

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19
46	6	47.5	6	50	6	53.8	5	54	5	51.8	4	45.4	5	47.4	5	52.3	5	56.1	5
41.5	6	43.5	7	45.4	7	47.8	4	49	4	49.5	4	49.9	3	50	3	51	3	49.3	4
48	6	50.6	7	52.5	6	53.1	4	54.1	4	54	4	51.4	4	53	5	54.4	4	54.5	4
51.7	7	53.5	7	54	5	56.2	5	56.6	5	53.6	4	57.4	4	57	4	57	4	57.9	4
49	6	52	7	54.5	6	57	5	58.5	5	52.1	3	60.2	5	62.1	5	63.1	4	63.5	4
45.9	6	46	5	45.8	7	48.6	5	51.1	4	52.6	5	49.7	4	53	4	56	3	58.3	4
47	5	49.4	6	52.5	4	53	4	53.9	4	55.2	4	52.6	3	55.5	3	56	5	57.3	4
47.2	6	47.4	6	47.1	7	48.4	4	49.2	4	49	4	47.5	4	40.7	4	43.8	4	45.4	4
53.4	6	54	6	55.6	6	58.5	6	58.6	5	55.6	6	53.3	5	59.5	5	57.7	5	58.6	4
47.4	5	47.7	6	49.7	5	49.8	4	50.2	4	50.5	5	48.6	4	50.7	3	46.6	5	45.5	4
47.775	5.9	49.26	6.3	50.76	5.9	52.49	4.6	53.45	4.4	52.4125	4.25	51.3	4.1	53.2625	4.1	53.875	4.2	54.69	4.1
1.88	0.57	2.59	0.67	3.17	0.99	3.29	0.70	3.17	0.52	1.87	0.46	3.14	0.74	3.96	0.88	3.73	0.79	4.80	0.32
3.93	0.62	5.26	10.71	6.24	16.85	6.26	15.20	5.94	11.74	3.56	10.89	6.13	18.00	7.43	21.36	6.92	18.78	8.77	7.71
49.35	6.37	51.43	6.86	53.41	6.73	55.23	5.18	56.10	4.83	53.97	4.64	53.93	4.72	56.57	4.83	56.99	4.86	58.70	4.36
46.20	5.43	47.10	5.74	48.11	5.07	49.74	4.02	50.80	3.97	50.85	3.86	48.67	3.48	49.95	3.37	50.76	3.54	50.68	3.84
8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19
41.6	5	48.5	6	52.3	6	56	5	63.2	6	64.4	6	65.3	5	42.1	4	62.4	4	63.2	4
47.2	5	48.5	5	53	5	54.2	5	55	5	55	5	55.5	5	55	4	52	4	39.1	5
41.1	6	43.4	6	45.7	5	49.2	6	51	5	51.2	5	52	5	52.6	4	52.7	4	53.5	4
51.3	5	56.4	6	61.7	7	63.3	7	64.8	7	67.1	6	70	6	71.7	6	73	7	72.6	6
35.1	4	35.6	5	42.5	6	44.3	6	45.2	6	53.4	5	54.8	5	56	5	58.5	5	61.2	6
46.3	6	48.2	6	50.8	6	53.6	7	57	7	57.9	7	58.6	7	62.2	8	63.3	8	63.8	7
48.8	6	51	5	51.8	8	55.6	6	60.5	6	61.9	8	62.3	8	68.2	7	69.2	7	70.6	7
36.4	5	40.1	5	40	5	46	5	54.7	6	56.4	6	58.6	7	63.5	6	64.6	6	65.5	6
59.2	7	62.5	7	66.3	7	70.2	8	76	8	81.6	9	84.9	8	85.6	8	87	7	89.2	7
53	7	58.7	7	63.3	7	70	8	70.6	8	77.5	7	79.3	8	80.6	7	80.7	7	83.3	7
46.488	5.4	49.013	5.75	53	5.9	58.425	6.2	59.9125	6.6	61.575	6.6	62.4375	6.13	64.8875	6.1	65.8	5.8	66.4375	5.88
3.3434	0.6992	4.4463	0.8864	4.5334	0.8756	5.3494	0.789	6.12079	1.174	7.42	1.265	8.59	1.13	8.03	1.80	8.46	1.48	8.47971	1.36
7.1921	12.948	9.0718	15.416	8.5535	14.841	9.1561	12.72	10.2162	17.78	12.0519	19.17	13.7612	18.3835	12.372	26.1497	12.85	25.4436	12.7634	23.0843
49.283	5.9846	52.73	6.4912	56.791	6.6321	62.898	6.86	65.0305	7.581	67.7801	7.658	69.622	7.07	71.6001	7.43	72.87	7.03	73.5279	7.01
43.692	4.8154	45.295	5.0088	49.209	5.1679	53.952	5.54	54.7945	5.619	55.3699	5.542	55.253	5.18	58.1749	4.77	58.73	4.57	59.3471	4.74
8	10	8	8	8	10	8	10	8	10	8	8	8	8	8	10	8	10	8	8

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19
37.8	5	37.8	6	38.2	5	37.9	3	37.8	3	37.8	3	30.5	2	32.6	2	31	2	30.5	2
26.5	2	26.3	3	26	4	26	3	23.2	3	23.3	4	21.6	3	23	2	24	3	24.2	2
39.4	5	39	5	38.9	4	39.5	2	39.6	2	19.2	1	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////
33	5	32.8	5	32.7	2	33	2	33.1	2	29.8	2	16.4	2	19.1	2	17.5	2	16.5	2
31.7	5	31.5	5	31.7	5	35.1	3	35.5	4	33	3	23.7	3	26.3	3	29.6	3	25	3
33.6	6	33.4	5	34.5	5	34.7	3	35.8	4	36.5	3	37	3	38.2	4	39.6	4	35.6	3
//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////
40.7	5	39.7	5	40.5	1	40.4	5	40.7	4	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////
30.3	6	33	7	34.7	6	35.1	3	36	3	36.5	3	40.4	3	33.6	3	36.6	3	39.7	2
36	6	36.6	5	36.4	4	36.3	3	36.4	2	36.3	2	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////
33.538	4.875	33.8	4.875	34.138	3.75	34.7	2.75	34.675	2.875	36.1125	3	28.2667	2.67	28.8	2.67	29.717	2.63	28.5833	2.33
4.1795	1.2464	4.0394	0.8345	4.1227	1.488	4.0486	0.463	5.00	0.835	6.93	0.916	9.32	0.52	7.21	0.82	8.1074	0.75	8.42079	0.52
12.462	25.568	11.951	17.116	12.077	39.681	11.666	16.83	14.4136	29.03	19.1959	30.54	32.9824	19.36	25.0299	30.62	27.282	26.57	29.4605	22.13
37.032	5.9172	37.178	5.5728	37.585	4.9942	38.085	3.137	38.8541	3.573	41.9089	3.766	36.0622	3.10	34.8276	3.35	36.496	3.46	35.6245	2.77
30.043	3.8328	30.422	4.1772	30.69	2.5058	31.315	2.363	30.4959	2.177	30.3161	2.234	20.4711	2.23	22.7724	1.98	22.938	2.20	21.5422	1.90
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	6	6	6	6	6	6	6	6

GRSOR DEL TALLO (GT), PESO FRESCO DE LA PLANTA (PFP). EN DONDE #REP=NÚMERO DE REPLICA; #A= NÚMERO ALEATORIO Y LA FECHA INDICA EL DÍA

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
59	6	61	6	62	7	62.5	6	63.5	7	65	7	65.3	7	2.5	2.6	3.1	3.4	0.56	20.02
51.4	4	49.6	5	51.2	5	55.2	6	58.4	6	61.2	5	60	6	2.7	2.7	2.8	3	0.61	17.2
50.3	4	53.1	4	54.7	5	55.3	5	56.1	7	55.5	7	56.4	6	2.7	2.7	3	3.2	0.76	13.8
59.9	5	60.7	5	55.4	5	60	6	59.6	6	60.3	6	56.8	5	2.7	2.8	3	3.2	0.61	16.8
65.4	4	67.8	6	68.6	5	69.2	5	70.6	5	71.8	5	72.5	6	2.9	3.4	3.7	3.8	0.64	23
60	4	56	4	60.4	4	53	5	64.1	6	55.7	5	59.8	5	2.6	2.9	2.9	3.1	0.38	16.5
56.9	3	57.4	4	58.3	4	59	4	59.7	5	57.3	5	60.3	5	2.1	2.2	1.9	2.2	0.5	12.4
46.3	4	47.5	5	42.8	3	45.9	4	49.6	4	51.3	4	52.5	5	2.5	2.7	2.7	2.9	0.7	11.4
59.1	4	60.5	6	61	5	59.4	6	61	7	61.6	7	62	6	2.7	2.9	2.9	3.2	0.66	19.3
45	4	43.2	5	39	4	44.3	5	45.7	5	48	5	39.9	6	2.2	2.6	2.6	2.5	0.49	10.05
55.25	4.3	55.73	4.8	55.73	5	56.2875	5.4	59	6	58.4875	5.8	59.1375	5.7	2.575	2.7375	2.875	3.063	0.63	16.3
5.18	0.67	5.21	0.79	6.37	0.82	5.21	0.52	4.60	0.82	4.35	0.92	3.89	0.67	0.18	0.12	0.17	0.27	0.08	3.79
9.37	15.70	9.36	16.43	11.44	16.33	9.26	9.56	7.80	13.61	7.44	15.84	6.57	11.84	6.81	4.34	5.81	8.89	12.78	23.24
59.58	4.86	60.08	5.46	61.05	5.68	60.85	5.83	62.85	6.68	62.13	6.57	62.39	6.26	2.72	2.84	3.01	3.29	0.70	19.47
50.92	3.74	51.37	4.14	50.40	4.32	51.93	4.97	55.15	5.32	54.85	5.03	55.89	5.14	2.43	2.64	2.74	2.83	0.56	13.13
8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8	8	8	8

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
64	4	64.4	5	57.7	5	60	4	61.4	6	64.3	5	66.5	5	65.3	5	3.5	3.9	4	3.7
42.3	5	44.5	5	46.8	5	49.4	5	49.5	5	50	6	3	3	3.2	3	0.94	16.2	32.7	4
53.8	4	49.5	4	50.4	4	51.7	5	53	5	46.4	4	46	5	47.4	5	3	3.1	3.2	3.2
75.2	6	78.4	6	80.2	7	80.5	7	80.9	6	80.7	6	3.6	4.6	4.7	4.9	1.25	46.5	23.9	4
64.4	6	67.1	6	68.5	7	72	7	74	8	80	8	2.5	3.3	4	4.3	0.97	36.5	22.5	3
64.1	8	66.1	8	69.9	9	72.2	9	73.9	9	66.4	9	76.5	8	78.5	8	4	5.4	5.4	5.6
71.2	7	71	7	73.1	8	75.6	8	77.6	9	79.6	2	80.3	8	82	9	3.6	4.7	5.2	5.7
66.2	6	65.5	5	67.8	5	68	5	69.3	6	69.3	6	70	7	70	7	4	4.1	4.7	4.7
89.5	7	91	6	91.5	7	87.4	7	87.3	6	89	6	4.6	5.1	5.5	5.5	1.35	63.7	//////	//////
86.2	6	87	8	88.9	8	90.4	8	87.8	7	89	8	3.9	5.8	5.7	5.1	1.25	39.9	//////	//////
66.7	6	68.0875	6	70	6.13	71.6	6.9	70.7375	5.88	73.125	6.5	74.4375	6.8	3.51	4.28	4.59	4.625	0.78	27.99
9.73	0.92582	10.9642	1.07	10.9744	1.25	11.2087	1.45	12.5798	1.89	11.5685	1.269	12.2841	1.398	0.52	0.82	0.80	0.846	0.20	19.89
14.5803	15.4303	16.103	17.8174	15.6777	20.35	15.6546	21.002	17.7835	32.09	15.8202	19.53	16.5026	20.56	14.9442	19.2387	17.4946	18.3	26.0921	71.05
74.8317	6.77414	77.2553	6.89	79.1764	7.17	80.9723	8.11	81.2561	7.45	82.7982	7.561	84.709	7.969	3.95	4.96	5.26	5.333	0.92	44.61
58.5683	5.22586	58.9197	5.11	60.8236	5.08	62.2277	5.69	60.2189	4.30	63.4518	5.439	64.166	5.631	3.07	3.59	3.92	3.917	0.59	11.36
8	8	8	8	8	8	8	10	8	8	8	10	8	10	8	8	8	8	8	8

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF	
29	2	20.8	2	24	1	25.5	1	18.5	2	20.2	1	21	1	1.9	1.6	1.5	1.5	0.23	2	
25	3	26.7	3	23.7	2	26.2	2	29.1	3	23.7	3	22.6	2	1.5	1.3	1.3	1.3	//////	//////	
//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	1.2	//////	//////	//////	//////	//////
//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	1.8	//////	//////	//////	//////	//////
11.7	1	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	1.6	//////	//////	//////	//////	//////
38	3	32.1	4	35.6	3	39	3	33.1	5	35.5	4	40	4	1.9	2	2.3	2.5	0.518	7.2	
//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////
//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	1.6	//////	//////	//////	//////	//////
34.6	3	36.1	3	39.5	3	33	2	26.4	2	28.4	2	30.3	3	2	2	2	1.9	0.29	3.3	
//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	//////	1.2	//////	//////	//////	//////	//////
23.05	2	28.925	3	30.7	2.25	30.925	2	26.775	3	26.95	2.5	28.475	2.5	1.63	1.73	1.78	1.8	0.35	4.167	
10.2307	0.89443	6.64649	0.82	8.06928	0.95743	6.36	0.82	6.17	1.41	6.62	1.291	8.68998	1.291	0.30	0.34034	0.46	0.529	0.15	2.706	
44.385	44.7214	22.9784	27.2186	26.2843	42.5523	20.559	40.8248	23.0258	47.1405	24.5506	51.64	30.5179	51.64	18.11	19.73	25.7661	29.4	43.92	64.95	
31.6046	2.74789	34.4825	3.68	37.4472	3.05	36.2412	2.68	31.9301	4.18	32.4824	3.579	35.7412	3.579	1.88	2.00958	2.16	2.242	0.47	6.429	
14.4954	1.25211	23.3675	2.32	23.9528	1.45	25.6088	1.32	21.6199	1.82	21.4176	1.421	21.2088	1.421	1.39	1.44042	1.39	1.358	0.22	1.904	
6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	9	4	4	4	3	3	

Y MES DE LA MEDICIÓN, EL TIEMPO SON LOS DÍAS CORRESPONDIENTES A LA MEDICIÓN, DESPUÉS DEL TRANSPLANTE.

SZTO (SUELO SOLONETZ, TESTIGO -TRATAMIENTO 0- SIN NADA)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	65	23	3	20.2	3	21	3	21	3	22.2	3	23.1	3	23.2	3	23.4	4	22.4	4
2	106	25.9	3	26.1	4	26.2	4	26.9	4	28.2	4	29.5	4	30	4	30.4	4	30.6	4
3	52	25.6	3	25.6	3	25.6	3	25.8	4	28.5	4	30.3	4	30.9	4	31.3	4	30.7	4
4	11	29.7	3	30.8	3	31.1	3	31.5	3	32.3	3	32.5	4	32.4	4	32.8	4	33.9	4
5	37	26.9	3	28.2	3	28.5	3	28.7	3	29.2	4	31.8	4	34.4	4	34.7	5	34.9	5
6	111	20	3	20.7	3	22.3	4	23	4	24.6	5	24.6	5	27.6	4	28.8	6	29.3	6
7	130	21.5	3	22.3	4	23.5	4	23.6	4	23.5	4	23.5	4	27.3	3	23	3	23	3
8	70	20.2	4	21.2	4	21.1	4	21	5	22.3	4	23.4	5	23.5	5	24.9	5	26.1	6
9	61	29.6	3	29.8	4	29.2	4	31	4	32.5	4	33.8	4	34.4	5	34.7	5	31.5	5
10	131	20.9	3	22.6	3	22.5	3	22.6	3	23.4	3	24.4	4	25.9	5	25.5	5	25	5
media	X	24.2	3.1	24.563	3.4	24.863	3.5	25.325	3.7	26.5	3.8	27.5	4.1	29	4.1	28.988	4.5	28.763	4.63
desvest.	S	3.8092	0.354	3.573	0.5175	3.1753	0.5345	3.6051	0.7071	3.75	0.641	4.1148	0.463	3.8492	0.71	3.9662	0.52	3.9137	0.75
coefvar	C.V.	15.74	11.4	14.546	15.222	12.771	15.272	14.235	19.111	14.151	16.86	14.963	11.29	13.273	17.247	13.682	11.476	13.607	16.2762
interconf	I.C.+	27.385	3.396	27.55	3.8328	27.518	3.9469	28.339	4.2913	29.636	4.336	30.941	4.487	32.219	4.69	32.304	4.93	32.035	5.25
interconf	I.C.-	21.015	2.804	21.575	2.9672	22.207	3.0531	22.311	3.1087	23.364	3.264	24.059	3.713	25.781	3.51	25.671	4.07	25.49	4.00
n		8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8	8

SZT2 (SUELO SOLONETZ, TRATAMIENTO 2- ACIDIFICACIÓN CON ÁCIDO SULFÚRICO).

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	142	22.7	4	24	4	24.4	4	24.3	3	24.2	3	25.3	3	25.5	3	25.4	3	27.2	5
2	150	19.4	3	21.7	3	22	3	22.5	4	23.1	4	24	4	27.4	5	27.8	5	29	5
3	123	21.9	3	24	4	27.1	4	26.9	4	29.2	5	29.8	5	30	5	24.5	4	24.9	4
4	121	25	3	25.2	3	25.4	3	24.3	3	25.5	3	25.9	3	25.9	3	25.3	3	25.3	3
5	146	23.5	3	25.4	3	26.4	3	26.8	4	29.3	4	30.8	4	31.4	5	31.1	5	31.8	5
6	59	22	3	22.5	4	24.4	4	24	4	24.4	4	29.4	5	29.7	5	29.4	5	30.4	5
7	26	27.7	3	27.9	4	28.1	4	28.4	4	31.2	4	32.4	4	32.8	4	33.5	4	34	4
8	94	24.3	3	25.1	3	26	3	25.4	4	29	4	29.4	4	30.4	3	30.4	4	30.7	4
9	39	26.5	3	26.1	4	29	4	29.9	4	32.7	4	33.5	5	33.7	5	33.2	4	33	4
10	138	14.9	3	16.9	3	17.2	3	17.8	4	17.4	4	18.7	3	20	4	20.1	3	20.2	3
media	X	23.188	3.1	24.25	3.5	25.613	3.5	26.125	3.8	27.488	3.9	28.675	4	29.138	4.2	28.483	4	29.038	4.2
desvest.	S	1.7829	0	1.2797	0.5345	1.5263	0.5345	1.9826	0.378	1.8576	0.577	2.1433	0.758	2.3175	0.95	3.3721	0.69	3.4192	0.69007
coefvar	C.V.	7.689	0	5.2772	15.272	5.9593	15.272	7.5889	9.9464	6.758	14.8	7.4744	18.9	7.9536	22.65	11.847	17.25	11.775	16.4301
interconf	I.C.+	24.678	3.1	25.32	3.9469	26.889	3.9469	27.783	4.116	29.041	4.383	30.467	4.632	31.075	5	31.282	4.58	31.897	4.78
interconf	I.C.-	21.697	3.1	23.18	3.0531	24.336	3.0531	24.467	3.484	25.934	3.417	26.883	3.368	27.2	3.40	25.643	3.42	26.178	3.62
n		8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10

SZT1 (SUELO SOLONETZ, TRATAMIENTO 1- ABONADO CON ESTIÉRCOL AL 50%)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	54	28.4	3	28.8	4	28.9	4	30	4	32.5	4	33.9	4	34.5	5	34.7	5	34.7	5
2	98	23.6	3	26.4	4	28.5	4	29.1	4	30	5	32.5	6	34.8	5	43.6	5	39.5	6
3	15	25.9	3	26.6	4	27	4	27.3	4	30.4	4	32.9	4	34.5	4	35.1	5	34.5	5
4	6	27.2	3	27.2	3	27.6	3	28.2	4	30.6	4	31.9	4	32.3	3	32.3	3	31.8	4
5	73	21.3	4	23	4	24.4	4	24.9	4	25.5	5	26.6	5	29.2	5	43.8	5	30.9	5
6	95	27	3	28.1	4	30.3	4	31.5	4	33.2	5	33.6	5	33.8	6	39.3	4	35.2	5
7	2	22.2	4	22.7	4	22.6	4	22.7	4	23.1	4	24.2	4	25.7	4	26	5	26.5	5
8	7	20.1	3	20.1	3	20.5	3	20.5	3	21	3	20.4	3	21.5	3	22	3	21.9	3
9	147	23.6	3	24.4	4	24.5	4	24.9	3	24.9	3	25.6	3	26.5	6	43.4	4	27	3
10	72	26.2	4	29	4	31.2	4	32.9	5	32.8	5	33.5	5	35.1	6	36.2	6	35.9	6
media	X	24.625	3.3	25.9	3.8	26.725	3.8	27.325	3.9	28.725	4.2	30.1	4.3	31.45	4.4	31.813	4.5	32.063	4.7
desvest.	S	2.2493	0.483	2.286	0.4216	2.6424	0.4216	2.9678	0.5676	3.8931	0.789	3.9272	0.949	3.7947	0.97	3.8665	0.9718	3.6928	1.06
coefvar	C.V.	9.1342	14.64	8.8292	11.096	9.8873	11.096	10.861	14.555	12.857	18.78	13.047	22.06	12.066	21.96	12.154	21.596	11.518	22.54
interconf	I.C.+	26.506	3.704	27.811	4.1526	28.934	4.1526	29.807	4.3746	31.813	4.86	33.384	5.093	34.623	5.21	35.046	5.3126	35.15	5.59
interconf	I.C.-	22.744	2.896	23.989	3.4474	24.516	3.4474	24.843	3.4254	25.637	3.54	26.816	3.507	28.277	3.59	28.579	3.6874	28.975	3.81
n		8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10

PARÁMETROS MORFOLÓGICOS CONSIDERADOS ALTURA TOTAL DE LA PLANTA (AT); NÚMERO DE HOJAS (NH); ANCHO TOTAL DE LA HOJA (AN).

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19
24.1	4	24.2	5	23.9	4	24.2	4	24.2	4	24.1	5	24.2	3	24	3	16	3	16.1	3
30.8	5	30	4	30	4	30.1	3	30	3	29	2	////	////	////	////	////	////	////	////
32.1	5	31.2	5	32.3	4	33.8	5	34.1	5	34.6	5	32.2	3	32.5	3	32.7	3	33	2
35	5	34.9	5	34.8	5	35	5	35.1	4	34.9	4	30.5	3	27.4	4	28.4	4	29.2	4
34.5	5	34.9	5	34.8	7	35.3	5	35.4	4	35.6	4	35.9	3	36	3	35.6	3	35.8	3
29.9	6	30.4	5	32.2	5	32.9	5	33.3	4	32.7	4	26.4	3	29.3	4	30	3	24.9	3
22.5	4	32.5	3	32.2	3	30.4	3	30.2	3	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
27	6	27	5	28.2	3	28.3	3	28.3	3	28.8	3	21.8	3	23.5	3	24.5	3	25.4	3
34	5	34.3	6	34.7	5	35.1	4	35.3	4	35.4	4	33.8	4	30.5	4	34	3	34.2	4
24.8	4	24.5	3	24.4	3	21.6	3	20.6	2	26	2	////	////	////	////	////	////	////	////
29.65	4.9	30.6	4.6	31.1	4.3	31.225	4	31.3125	3.625	30.6875	3.5	29.2571	3.14	29.0286	3.43	28.743	3.14	28.3714	3.14
3.8943	0.7559	3.7927	1.0607	3.7336	1.4079	2.7154	0.991	2.84	0.516	3.83	0.837	5.19	0.41	4.29	0.55	4.07	0.41	4.63	0.75
13.134	15.427	12.395	23.058	12.005	32.742	8.6964	24.78	9.08	14.25	12.4802	23.9	17.726	12.9897	14.7883	15.0752	14.171	12.9897	16.3089	23.95
32.906	5.5321	33.771	5.4869	34.222	5.4772	33.496	4.829	33.6907	4.057	33.8619	4.2	33.5936	3.48	32.6132	3.89	32.149	3.48	32.2404	3.77
26.394	4.2679	27.429	3.7131	27.978	3.1228	28.954	3.171	28.9343	3.193	27.4831	2.8	24.9207	2.80	25.4439	2.97	25.337	2.80	24.5025	2.51
8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19
26.5	5	27.1	5	30	4	31.5	4	31.5	5	31.7	5	32.2	4	33.2	4	33.2	4	33.5	4
30	4	30.8	5	33.4	5	35.8	5	35.8	5	33.5	4	34.5	5	35	4	34	4	33.2	4
25.2	5	26.4	5	27.3	5	31	5	31.3	5	31.4	5	28.4	5	28.4	3	27	4	28	4
25.3	3	25.4	4	24.4	4	26.2	5	26.4	5	27	4	31	3	31.4	3	32	3	32.5	3
32.3	5	32.1	4	32.3	4	32.5	5	32.3	5	30	5	32.5	4	33	4	33	5	33	4
31.5	5	32	5	34	4	34.5	4	34.7	5	35.1	4	33.8	4	33.3	4	34.7	4	35.2	4
34.1	5	34.1	5	34	4	35	5	35.5	5	35.4	5	33.5	3	24.5	4	31	3	30.4	3
30.7	4	30	4	30.1	4	30.5	3	30.4	3	27.4	3	27	3	28.1	3	28.2	3	28.4	3
33.5	5	34.7	4	34.4	4	34.7	4	34.7	4	34.8	4	30.5	3	32.4	3	31.3	3	30.7	3
20.4	4	17.7	5	22.8	4	23.7	4	24	5	24.2	4	25.1	3	26	4	27	3	27.7	4
29.625	4.75	30.013	4.6	31.188	4.2	32.238	4.3	32.375	4.7	31.9125	4.3	31.3875	3.7	30.8125	3.6	31.55	3.6	31.2375	3.6
3.6065	0.4082	3.4039	0.5345	2.9849	0.378	2.5709	0.951	2.57	0.787	2.71	0.756	2.08	0.79	2.70	0.53	2.23	0.79	2.05	0.53
12.174	8.5947	11.342	11.62	9.5708	8.9992	7.9749	22.12	7.95	16.74	8.48	17.58	6.61	21.2648	8.78	14.8478	7.08	21.8554	6.55	14.8478
32.641	5.0914	32.859	5.0489	33.683	4.516	34.387	5.095	34.528	5.358	34.1759	4.932	33.1226	4.36	33.0736	4.05	33.417	4.26	32.9492	4.05
26.609	4.4086	27.166	4.1531	28.692	3.884	30.088	3.505	30.222	4.042	29.6491	3.668	29.6524	3.04	28.5514	3.15	29.683	2.94	29.5258	3.15
8	8	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19
34.7	4	34.1	3	33.8	2	36.3	6	37.5	6	38	6	38.2	5	39.8	5	41	6	40.5	6
41.5	6	43.7	7	45.5	7	47.1	6	47.8	6	47.4	7	47.9	4	48.4	6	47.5	6	44.5	7
33.3	4	32.8	4	31.8	3	32	2	32	2	31.5	2	////	////	////	////	////	////	////	////
32.8	4	32.2	4	31.5	4	32.7	5	33	5	33.2	5	35.9	5	36.5	5	36.5	5	36.9	4
31.5	5	32.8	5	32.5	4	32.8	5	33	5	33.2	5	32.6	5	35	5	36	5	35.6	5
35.7	6	35.5	4	35.4	4	35.3	3	35.3	3	32.2	3	29.3	4	29.4	3	26.4	3	25.8	4
27.3	5	27.8	6	27.5	5	29.2	5	29.4	5	29.8	5	31.9	6	32.3	6	33.5	6	36	6
22	3	21.6	4	21.5	2	21.5	2	21.6	2	21.4	2	15	2	13	2	13	2	14.8	2
27.7	3	27.7	3	27.5	2	27.7	2	27.3	2	20.4	2	17.4	2	17.4	2	19.5	2	19	2
36.2	6	37.5	5	37.7	6	38.9	5	39.4	5	39.6	6	38.7	6	40.2	7	41	7	42.3	7
32.4	4.6	32.55	4.5	32.213	3.9	33.113	4.1	33.3625	4.1	32.2375	4.3	29.875	3.9	30.45	4.25	30.863	4.38	31.3625	4.3
3.3912	1.1738	3.4214	1.2693	3.545	1.7288	3.6752	1.663	4.00	1.663	5.80	1.889	9.04145	1.97	10.1357	1.67	10.273	1.77	10.2214	2.36
10.467	25.517	10.511	28.207	11.005	44.329	11.099	40.57	11.9841	40.57	18.0067	43.92	30.2643	50.4925	33.2862	39.2717	33.287	40.4061	32.5911	54.8693
35.236	5.5815	35.411	5.5613	35.177	5.3456	36.186	5.491	36.7056	5.491	37.0913	5.879	37.4351	5.55	38.925	5.85	39.452	5.85	39.9092	6.27
29.564	3.6185	29.689	3.4387	20.248	2.4544	30.039	2.709	30.0194	2.709	27.3837	2.721	22.3149	2.25	21.975	2.85	22.273	2.90	22.6158	2.33
8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10

GROSOR DEL TALLO (GT), PESO FRESCO DE LA PLANTA (PFP). EN DONDE #REP= NUMERO DE REPLICA, #A= NÚMERO ALEATORIO Y LA FECHA INDICA EL DÍA

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	1.8	////	////	////	////	////
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	1.6	////	////	////	////	////
33	2	30	2	19.4	3	21.3	3	23.3	2	24.9	3	26	4	2.2	2.1	2.5	2.2	0.65	4.9
29.7	4	30	3	30.4	3	21.7	3	23.2	4	24.3	4	25.3	4	2.2	2.1	2.3	2.4	0.61	4.7
31.2	3	32.4	3	33.5	3	34.8	4	35.5	4	21.8	4	24.2	4	2.1	2.5	2.2	2	0.6	5.2
26.9	3	29.7	4	31.1	4	32.4	4	33.2	4	31.8	5	33.6	5	2.4	2.2	2	2.2	0.7	0.7
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
26	3	26.2	3	26.8	3	20.4	3	21.6	4	22.6	4	23	4	2.3	2.2	2.4	2	0.38	4.6
34.3	4	35	4	30	3	32	4	34.1	4	35	4	35.1	5	2.5	2.5	2.6	2.8	0.73	7
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	1.5	////	////	////	////	////
30.1833	3.16667	30.55	3.17	28.5333	3.17	27.1	3.5	28.4833	3.67	26.7333	4	27.8667	4.333	2.07	2.27	2.33	2.267	0.61	4.517
3.3	0.8	2.95	0.75	4.97	0.41	6.62	0.55	6.41	0.82	5.37984	0.632	5.15	0.518	0.33	0.19	0.22	0.301	0.12	2.068
10.931	23.7718	9.65	23.7718	17.4047	12.8921	24.4257	15.6492	22.4906	22.2681	20.1241	15.81	18.4656	11.92	15.7325	8.21	9.26	13.28	20.30	45.79
32.9421	3.79611	33.0156	3.80	32.6858	3.51	32.6349	3.96	33.8398	4.35	31.2317	4.529	32.1693	4.765	2.34	2.42	2.51	2.518	0.72	6.246
27.4245	2.53723	28.0644	2.54	24.3808	2.83	21.5651	3.04	23.1268	2.98	22.2349	3.471	23.564	3.902	1.79	2.11	2.15	2.015	0.51	2.787
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	6	6	6	6	6

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
31.5	5	32.4	5	33.5	5	32.3	4	29.8	5	28.5	5	30.4	5	1.7	1.7	2.3	2.4	0.74	6.6
31.3	4	33	5	34.5	3	34.5	4	27.4	4	29.3	5	31	5	2	2.2	2.4	2.3	0.68	6.7
26.8	5	32	5	33.4	4	34	7	34.7	4	34.5	4	34.5	5	2.3	2.5	2.5	2.3	0.74	5.5
32.4	3	28.8	4	25.4	4	24	4	27	5	24.4	5	32	5	1.8	1.7	1.7	2	0.61	4.7
31.5	4	27.5	4	30.2	4	28.5	4	27.1	5	28.4	5	27	5	2.2	2.2	2.3	2.3	0.65	5.4
35.7	4	27.4	4	33	4	35	5	36.3	4	37.4	4	38.2	4	2.2	2.2	2.2	2.1	0.66	5.1
27.4	4	27.2	3	30.2	4	27.4	4	30.1	3	29.8	3	29.1	5	2.3	2	2.5	2.3	0.7	4.9
24.4	3	24.7	3	25.5	3	25.8	3	25.5	2	25	2	24.5	2	1.4	0	0	0	0.62	2.3
31.2	3	26.7	3	27	4	27.7	3	30.7	4	22.8	5	25.2	4	2.3	2.3	2.4	2	0.63	5
27.2	3	22.7	4	25.2	5	27	5	26.8	5	28	5	23.7	4	2.2	2	2	2	0.55	3.3
29.9375	3.8	29.1125	4	30.075	4.2	29.925	4.3	29.25	4.5	28.8875	4.7	29.4875	4.75	2.08	2.14	2.33	2.213	0.66	5.068
2.62	0.75693	2.32	0.76	3.20022	0.89974	3.08	1.38013	3.24	1.51	4.18	1.512	3.85	0.447	0.28	0.18	0.13038	0.141	0.05	0.35
8.74	19.8929	7.96	18.8982	10.6408	21.4223	10.2819	32.0961	11.0666	33.5968	14.464	32.17	13.0407	9.415	13.5982	8.50	5.61	6.392	7.10	6.884
32.1259	4.43206	31.05	4.63	32.7509	4.95	32.4977	5.45	31.9566	5.78	32.3812	5.964	32.7029	5.124	2.32	2.29	2.43	2.331	0.70	5.38
27.7491	3.16792	27.1746	3.37	27.3991	3.45	27.3523	3.15	26.5434	3.24	25.3938	3.436	26.2721	4.378	1.84	1.99	2.22	2.094	0.62	4.795
8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	10	8	8	8	10	8

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
39.3	6	41.7	7	43.4	7	43	8	43.7	8	45.6	7	47	7	2.5	2.9	3.4	3.1	1.35	19.3
45.8	7	46	6	46	7	44.5	7	45.8	8	45.5	8	45.5	7	3.5	3.8	4	4.5	1.38	29.8
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
38	5	39.1	5	40.5	6	42.2	6	50.4	7	54.7	7	58	7	2.2	2.6	2.9	3.8	0.98	18.6
36.5	6	36.5	6	34.9	6	36	6	34.9	6	36	6	34.5	6	2.1	2	2	3.3	1.11	10.2
24	4	27	5	28.2	5	28.6	5	29.1	6	29.7	6	30.3	6	2.5	2.7	2.7	2.7	0.8	8.7
37.8	7	39	6	42.1	7	44.6	7	49.5	7	53.7	8	57.7	7	2.3	2.6	3.4	3.9	0.96	19
11.7	3	11.7	4	12	4	12.1	4	10.3	4	11.3	4	12.3	4	1.4	1.5	1.7	1.5	////	////
14.5	3	14.4	3	14.3	2	14.5	2	14.5	2	14.5	2	13.5	2	1.1	1.8	2	1.9	////	////
43	7	44.1	7	46.9	8	50.4	8	51.8	8	53.5	8	46	6	3.3	3.4	4.2	2.5	1.57	33.9
30.6	4.8	31.6875	4.9	32.7875	5.2	33.1875	5.3	34.775	5.6	36.375	5.6	35.85	5.2	2.18	2.44	2.76	2.45	1.16	18.39
12.1352	2.29978	12.5711	2.13177	13.4026	2.52982	13.4089	2.63	15.6045	2.76	16.7174	2.757	16.4084	2.44	0.88	0.63	0.82	0.857	0.28	8.197
39.6575	47.9116	39.6721	43.5055	40.8772	48.6504	40.4034	49.562	44.8726	49.2287	45.9584	49.23	45.7695	46.93	31.3521	25.6615	29.5314	34.97	23.7033	44.58
40.747	6.72297	42.199	6.68	43.9942	7.32	44.3995	7.50	47.8229	7.91	50.3534	7.905	49.57	7.241	2.75	2.96	3.44	3.166	1.40	25.24
20.453	2.87703	21.176	3.12	21.5808	3.08	21.9755	3.10	21.7271	3.29	22.3966	3.295	22.13	3.159	1.60	1.91	2.08036	1.734	0.93	11.53
8	10	10	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8	8	7	7

Y MES DE LA MEDICIÓN. EL TIEMPO SON LOS DÍAS CORRESPONDIENTES A LA MEDICIÓN, DESPUÉS DEL TRANSPLANTE.

ART0(ARENA DE RÍO TESTIGO-TRATAMIENTO 0- SIN NADA)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	80	22	3	23.5	4	28.6	4	28.4	4	31.5	5	35.2	6	36.5	6	33.4	6	43.5	7
2	107	16.5	3	17.7	4	20.2	4	20	4	21.9	5	23.6	5	25.8	6	27	6	28.5	7
3	27	26.3	3	29.9	4	33.5	5	34	5	35.3	5	42.4	6	45	6	46.7	6	54.1	7
4	48	24.3	3	26.9	4	29.3	4	30	5	33.1	5	35.1	5	35.3	6	37	7	37.8	6
5	68	29.8	4	30.3	4	33.9	4	33.6	5	35.6	5	37.1	5	42	6	43.8	6	45.2	6
6	55	25	3	29.1	5	31.2	5	31.3	5	36.4	5	39.5	6	46.4	6	44.7	6	47.4	7
7	156	31.2	4	32	4	37.3	4	41.8	5	43.4	5	49.7	6	53.2	6	54.8	6	60.8	6
8	44	27.4	3	30	4	34.7	4	35.4	5	35.8	5	40.4	5	43.5	6	45.3	6	48	6
9	3	26.7	3	28.9	4	29.3	4	31	4	34.2	5	37.5	6	40.2	5	44.8	6	46.8	6
10	34	22.6	3	26.3	4	29	4	28.9	5	31.1	5	34.7	5	37	6	38.8	6	39.3	6
media	X	25.513	3.2	28.113	4.1	31.188	4.2	31.575	4.7	34.125	5	37.738	5.5	40.738	5.9	41.813	6.1	45.263	6.4
desvest.	S	2.5782	0.422	2.3655	0.3162	2.4971	0.4216	2.528	0.483	2.0226	0	2.8035	0.527	4.1617	0.3162	4.7849	0.3162	5.1669	0.52
coefvar	C.V.	10.106	13.18	8.4144	7.7129	8.0068	10.039	8.0063	10.278	5.9269	0	7.429	9.583	10.216	5.3598	11.444	5.1841	11.415	8.07
interconf	I.C.+	27.668	3.553	30.09	4.3644	33.275	4.5526	33.689	5.1039	35.816	5	40.082	5.941	44.217	6.1644	45.813	6.3644	49.583	6.83
interconf	I.C.-	23.357	2.847	26.135	3.8356	29.1	3.8474	29.461	4.2961	32.434	5	35.393	5.059	37.258	5.6356	37.812	5.8356	40.942	5.97
n		8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10

ART1 (ARENA DE RÍO TRATAMIENTO 1- ABONADO CON ESTIÉRCOL AL 50%)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	69	30	3	32.8	4	34.7	5	35.5	5	36.1	5	36.4	6	37.1	5	40.1	6	44.1	6
2	75	18.9	3	20.1	4	23.8	4	25.2	4	27	4	28.4	4	28.3	5	29.2	5	30	5
3	76	23.4	3	25.8	4	27.1	4	29.6	4	31.8	5	33.5	5	34.2	6	36.8	6	41.1	6
4	87	32.7	4	34.2	5	35.2	5	35.2	5	35.7	6	37.5	6	40.1	6	45.3	7	49	8
5	64	22.1	4	32.4	4	34.4	4	35	5	36.5	5	38.6	6	41.5	6	47.4	7	51.7	6
6	20	26.9	3	30.6	4	34.1	4	34.8	5	35.9	5	39.2	6	42.7	6	44.9	6	53.1	7
7	118	25.1	3	26.6	4	30.3	4	32.3	5	32.6	5	34.9	6	37.7	6	38.9	6	43.5	6
8	17	24.5	3	24.5	3	27.3	4	28.7	4	29.5	5	30	6	31.7	6	32.8	6	35.8	6
9	49	26.7	3	29	4	31	4	31.7	5	33.2	5	32.4	5	34.4	5	34.9	6	34.9	5
10	1	23.4	3	27.6	4	29.2	5	30	4	29	4	30.8	5	33.1	5	33.6	7	37.5	6
media	X	24.863	3.2	28.663	4	31.013	4.3	32.163	4.6	32.975	4.875	34.263	5.5	36.225	5.6	38.413	6.2	42.375	6.1
desvest.	S	3.25	0.422	3.0673	0	3.105	0.483	2.6104	0.5164	2.808	0.354	3.1277	0.707	3.4528	0.5164	4.8138	0.6325	6.4104	0.88
coefvar	C.V.	13.072	13.18	10.701	0	10.012	11.234	8.1162	11.226	8.5156	7.252	9.1287	12.86	9.5317	9.2214	12.53	10.20	15.13	14.35
interconf	I.C.+	27.58	3.553	31.227	4	33.809	4.7039	34.345	5.0318	35.323	5.171	36.878	6.091	39.112	6.0318	42.44	6.7288	47.74	6.83
interconf	I.C.-	22.145	2.847	26.098	4	28.416	3.8961	29.98	4.1682	30.627	4.579	31.647	4.909	33.338	5.1682	34.39	5.6712	37.01	5.37
n		8	10	8	8	8	10	8	10	8	8	8	10	8	10	8	10	8	10

ART4 (ARENA DE RÍO TRATAMIENTO 4- FERTILIZACIÓN CON P-K)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	40	22.2	3	24.8	4	28.5	4	29.3	5	33.1	5	37	6	39.1	6	45.6	7	52.2	7
2	56	26.5	3	29.9	3	33.7	4	34.9	5	40	6	43.9	6	47.9	7	53.4	7	56.1	7
3	66	28	3	31.1	4	33.3	5	33.7	5	37	6	39.3	7	47.7	7	49.5	8	58.2	8
4	128	26.8	3	30.8	4	33.2	5	41	5	41.6	5	43.5	6	44.3	7	48.5	7	51.7	7
5	113	23.6	4	27.4	5	30.3	5	33.5	5	41.5	6	44.7	6	54.5	7	60	7	64.3	7
6	110	31.4	3	30.7	4	32.6	5	33.5	5	32.7	5	33.4	5	35.8	5	39.2	6	44.7	7
7	103	22.1	3	22.4	3	25.9	3	27.4	4	30.5	4	31.5	5	36.7	5	39.7	5	43	5
8	8	22	3	26.4	4	31	3	31.9	5	37.2	5	40.3	6	44.8	7	49.4	7	52.3	7
9	35	25	3	29.1	4	33.2	5	39.9	5	43.2	6	46.5	6	49.7	6	54.2	6	57.6	6
10	86	21.8	4	25.6	4	28.9	5	32.2	5	36	5	40.4	6	46.2	6	49	6	52.7	8
media	X	24.525	2.9	28.088	3.9	31.375	4.4	33.61	4.9	37.588	5.3	40.313	5.9	45.15	6.3	48.663	6.625	53.188	7
desvest.	S	2.3873	0.422	2.3546	0.5676	1.984	0.8433	3.0414	0.3162	3.7734	0.675	3.8185	0.568	5.496	0.8233	4.5387	0.5175	4.2983	0.53
coefvar	C.V.	9.7342	14.54	8.3831	14.555	6.3236	19.165	9.0483	6.4536	10.039	12.73	9.4723	9.621	12.173	13.068	9.3269	7.8121	8.0814	7.64
interconf	I.C.+	26.521	3.253	30.056	4.3746	33.034	5.1051	36.156	5.1644	40.743	5.864	43.505	6.375	49.746	6.9884	52.458	7.0578	56.782	7.45
interconf	I.C.-	22.529	2.547	26.119	3.4254	29.716	3.6949	31.069	4.6356	34.432	4.736	37.12	5.425	40.554	5.6116	44.867	6.1922	49.593	6.55
n		8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8

PARÁMETROS MORFOLÓGICOS CONSIDERADOS: ALTURA TOTAL DE LA PLANTA (AT); NÚMERO DE HOJAS (NH); ANCHO TOTAL DE LA HOJA (AN).

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19
45.1	7	47	7	52.2	6	52.9	6	52.6	7	53.5	6	55.7	5	55.9	5	54.9	4	55.5	6
29.2	7	30.1	7	31.4	5	33.2	6	33.6	6	33.5	4	35.5	4	35.4	4	36.3	5	38.3	5
57	7	59	7	62.6	7	64.5	6	64.9	6	64.7	6	64.3	5	65	5	65	5	65.5	5
38	6	38.7	7	40.2	7	39.5	5	39.6	6	38.4	6	39.1	7	40.2	6	41.1	7	41.3	7
52.4	7	54.7	7	61.4	7	65	7	65.4	7	66.4	6	71.5	6	73	5	69.5	6	72.5	4
49.8	7	52	6	56.3	6	59.6	7	60.5	7	61.4	6	62.6	5	63.3	6	64.7	5	66.9	5
57.2	6	58.8	6	64.9	7	64.4	5	66.9	5	67.5	5	68.5	5	67	5	67.5	4		6
54.9	6	56.5	6	59.1	7	62.2	6	62.4	5	62.4	7	64.7	6	65.5	4	66.3	5	63.6	5
51	6	56.1	7	60.8	7	63.7	6	64.1	6	64.4	6	66	6	65.5	5	66.8	5	66.8	5
43.9	7	46.1	6	48.5	6	52	6	53.8	6	54.2	6	54.6	4	53.6	4	54.7	5	55.6	5
49.013	6.6	51.263	6.6	55.138	6.5	57.425	6	57.9125	6.1	58.175	5.875	59.8125	5.3	60.25	4.9	60.375	5.1	60.9625	5.3
6.2932	0.5164	6.8212	0.5164	7.7445	0.7071	8.8282	0.667	8.87	0.738	9.30	0.354	10.00	0.95	10.1045	0.74	9.51	0.88	9.82	0.82
12.84	7.8242	13.306	7.8242	14.046	10.879	15.373	11.11	15.3127	12.1	15.9929	6.018	16.7162	17.8997	16.7709	15.0585	15.756	17.1685	16.1103	15.5334
54.275	7.0318	56.966	7.0318	61.613	7.0913	64.807	6.557	65.3276	6.717	65.9545	6.171	68.1727	6.09	68.699	5.52	68.329	5.83	69.1747	5.99
43.75	6.1682	45.559	6.1682	48.662	5.9087	50.043	5.443	50.4974	5.483	50.3955	5.579	51.4523	4.51	51.801	4.28	52.421	4.37	52.7503	4.61
8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8	10	8	10	8	10	8	10

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19
51.5	7	56.1	7	69	8	74.8	9	77.5	9	81.1	9	84	9	85	8	85.4	8	85	6
35.4	6	37.5	6	43.5	7	46.2	6	46.6	6	47.3	6	50	6	50.9	6	51.5	6	51.6	5
46.4	6	51.5	8	59	8	59.7	7	60.7	7	63	7	66.5	7	67	7	66.3	7	64.5	7
57	7	59.9	8	64.4	7	70.6	6	71	7	72.5	6	64.5	6	71.5	5	71	6	66.2	6
57.7	8	61.9	8	64	8	65.1	7	66.4	7	68.4	7	69.4	6	67.5	6	69.4	7	60.5	7
58.4	7	62.4	8	69.3	8	72	3	72.9	8	75.8	7	79.4	7	78.5	7	79.2	7	76.9	7
50.5	6	59.1	8	71.3	8	81.6	8	83.6	7	85.3	7	82	8	85.5	7	87.1	9	88.1	8
39.2	6	44.7	7	49.8	7	56.1	8	57.3	8	58.5	8	59.6	8	59.8	8	59.5	8	60.2	9
37.4	6	39	7	43.7	8	52	8	53.3	9	54.7	9	60.9	9	62.9	9	64.3	8	67.1	8
41.5	7	45.5	7	48.8	7	55.2	8	56.5	7	47.5	7.3	56	7	59.2	7	59.2	8	55.7	6
47.65	6.6	52.213	7.4	58.5	7.6	63.188	7.25	64.45	7.5	65.1875	9.375	67.2875	7.3	68.925	7	69.29	7.4	67.0125	6.88
7.8123	0.6992	8.3842	0.6992	9.8635	0.5164	8.6394	0.886	8.7922	0.518	11.3513	0.972	9.28385	1.04	9.08	0.76	9.20	0.97	9.50977	0.83
16.40	10.594	16.058	9.4487	16.861	6.7947	13.673	12.23	13.6419	7.018	17.4134	10.37	13.7973	14.28	13.1677	10.80	13.275	13.0553	14.3253	12.1385
54.18	7.1846	59.223	7.9846	66.75	8.0318	70.411	7.991	71.80	7.808	74.679	10.19	75.0503	8.12	76.5139	7.63	76.978	8.21	75.0395	7.57
41.12	6.0154	45.202	8.8154	50.25	7.1682	55.964	6.509	57.10	6.942	55.696	8.562	59.5247	6.38	61.3361	6.37	61.597	6.59	58.9855	6.18
8	10	8	10	8	10	8	8	8	10	8	10	8	10	8	8	8	10	8	8

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19
58.5	7	59.8	7	66.1	6	68.3	5	68.7	5	69.2	6	69.1	5	60.4	4	62.2	4	63.5	5
56.9	7	60.1	7	62.4	6	65.3	5	65.2	5	65	5	65	5	65	5	56.6	4	58.7	5
64.8	8	67.2	8	73.1	7	75.8	7	76.4	7	76.6	7	77.7	6	79.4	6	78.4	5	76	5
55.1	7	57.7	7	59.5	6	60.7	6	60.7	5	61.1	5	64.2	4	65	4	71.5	7	70	5
70.9	7	75	7	78	6	77.9	5	78.2	5	79.2	5	70.5	4	71.9	5	73.6	5	73.9	5
50.2	7	52.8	7	58.6	7	60.4	6	61.4	6	62.6	6	62.5	5	62.8	5	63	4	64	5
48.5	5	49.5	5	51.6	4	52.8	4	53	4	52.4	4	43.6	4	45.1	4	47.1	4	48	3
55.2	7	58	7	60.5	6	62.2	6	63	6	64.4	5	64.4	5	63	5	63	4	63.2	5
61	7	62	7	63.6	6	65.5	6	66.7	6	66	6	66	5	67	6	68	5	63	5
58.4	8	60.1	7	60.8	7	64.1	5	64.7	5	65.2	5	66.7	5	63	5	64	5	63.2	5
57.513	7.125	59.713	7	63.075	6.25	65.288	5.5	65.85	5.375	66.2625	5.375	66.05	4.8	64.7625	4.9	65.238	4.7	64.9375	4.8
4.3433	0.3536	4.0773	0	4.7055	0.4629	5.0073	0.535	5.02	0.518	4.81	0.518	2.66	0.63	3.49	0.74	5.5053	0.95	4.74	0.63
7.5519	4.9822	6.8282	0	7.4802	7.4066	7.6696	9.719	7.62	9.629	7.26	9.629	4.02	13.1762	5.39	15.0585	8.4369	20.1848	7.31	13.1762
61.144	7.4206	63.122	7	67.01	6.6371	69.474	5.947	70.05	5.808	70.2828	5.808	68.2708	5.33	67.679	5.52	69.841	5.49	68.905	5.33
53.681	6.8294	56.303	7	59.14	5.8629	61.101	5.053	61.65	4.942	62.2422	4.942	63.8292	4.27	61.846	4.28	60.634	3.91	60.97	4.27
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	8	8	8	10	8	10

GRSOS DEL TALLO (GT), PESO FRESCO DE LA PLANTA (PFP). EN DONDE #REP=NÚMERO DE REPLICA; #A= NÚMERO ALEATORIO Y LA FECHA INDICA EL DÍA

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
55.6	5	54	5	57.5	6	58	8	55.7	5	56.3	5	57.8	5	3.6	3.7	3.5	3	0.91	23.1
39.6	5	43.5	5	43.2	6	47.6	6	49.6	5	50.5	5	52	4	3.2	3.2	3.4	3.8	0.61	13.5
64.1	5	64	4	61	6	63.3	6	63	6	63.5	6	64.3	6	3.5	3.6	3.8	4	1.03	35.1
42.7	7	44.9	7	47.3	8	48.7	7	50.5	7	52.9	7	54.5	8	3.9	4.1	4.2	4.2	1.08	32.1
76	5	77.5	5	78.7	6	74.1	6	76.9	5	78.6	5	80.2	5	3.9	4.5	3.6	4	1.08	42.9
65.6	5	65	5	65.9	5	67	5	67.5	5	68.6	6	68.6	6	3.2	3.5	3.7	3.8	1.03	32.9
72	5	72.8	5	74.6	6		6	71.4	6	72.2	6	72.7	6	4.1	4.3	3.4	3.6	1.01	37.5
65.3	6	66.6	5	68	5	65.9	6	67.5	6	69.5	5	71.5	5	3.5	3.8	4	4.1	1.07	33.1
64	4	63.9	5	65.5	5	65.6	5	66.9	6	68.1	6	64.2	5	4.2	4.4	4.4	3.9	1.26	38.1
56.5	5	56.5	4	56.9	4	59	4	59.3	5	52.3	5	54.7	5	3.5	3.4	3.2	2.5	0.89	20.5
60.725	5.125	60.7875	4.88	62.0875	5.63	62.7	5.88	62.725	5.6	62.925	5.6	63.5375	5.375	3.65	3.85	3.7	3.775	1.01	31.55
8.97	0.35355	9.10	0.35	8.33	0.52	7.55	0.84	7.0599	0.70	7.98	0.899	7.24	0.518	0.29	0.37	0.29	0.349	0.07	8.425
14.768	8.8986	14.9635	7.25	13.4136	9.20	12.0448	10.9084	11.2553	12.4858	12.6631	12.49	11.3914	9.629	8.02	9.72	7.78	9.258	7.33	20.36
68.2236	5.42063	68.3932	5.17	69.0512	6.06	69.0148	6.41	68.6282	6.18	69.5963	6.185	69.5895	5.808	3.89	4.16	3.94	4.067	1.07	36.92
53.2264	4.82937	53.1818	4.58	55.1238	5.19	56.3852	5.34	56.8218	5.02	56.2517	5.015	57.4855	4.942	3.41	3.54	3.46	3.483	0.95045	26.18
8	8	8	8	8	8	8	8	8	10	8	10	8	8	8	8	8	8	8	8

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
83	7	84.7	7	85.4	8	81.8	8	84.2	8	81.5	9	83.7	9	5.6	6.2	6.2	6.2	1.94	134.2
45.4	5	46	5	46	5	47.1	6	47.2	5	43.8	6	45	6	2.7	2.6	3	2.8	1.15	22.8
62	8	64.5	7	64.7	8	65	8	63.6	8	70.6	8	73.4	7	4.9	5	5.1	5.1	1.78	74.8
60.2	5	52.2	6	54	6	55.4	6	55	6	55.4	6	50	6	4.1	4.1	3.9	4	1.1	26.9
61.5	6	62	5	61.7	6	57	6	56	7	57.3	7	56.5	7	4.3	4.6	4.9	4.8	1.2	42.6
74.2	7	68	8	69.4	7	70.5	7	68.8	8	72	7	74	7	4.7	5.5	5.4	5.4	1.68	78.7
82.6	8	89.3	9	84.9	9	86.9	8	90.3	10	91	10	97.6	9	4.6	5.2	5.1	6	1.89	147.5
59.6	9	68	7	57	8	56.5	8	62.2	9	64.3	8	65.5	8	3.6	4.3	4.1	5	1.7	68.8
69	9	72	9	75	10	77.3	10	81.8	10	83.7	11	85.3	10	4	5	4.7	5	1.94	30
59.3	8	56.7	7	60.5	7	60.7	8	59.1	8	62.7	8	65	8	4	4	4.7	4.7	//////	//////
66.1	7.2	66.0125	7	65.9	7.38	65.525	7.5	66.3375	7.88	68.4375	7.875	69.175	7.625	4.28	4.71	4.74	5	1.56	59.85
8.63	1.47573	9.92017	1.41	10.1778	1.06	10.0604	1.27	11.1907	0.99	10.454	1.246	12.3716	1.061	0.43	0.55	0.51	0.573	0.35	37.48
13.0505	20.4962	15.0277	20.2031	15.4444	14.38	15.3535	16.9239	16.8693	12.5845	15.2752	15.83	17.8845	13.91	10.14	11.59	10.82	11.46	22.34	62.63
73.313	8.43395	74.3074	8.18	74.4103	8.26	73.9371	8.56	75.8947	8.70	77.1787	8.917	79.5197	8.512	4.64	5.17	5.17	5.479	1.85	91.19
58.887	5.99605	57.7176	5.82	57.3897	6.49	57.1129	6.44	56.9803	7.05	59.70	6.833	58.8303	6.738	3.91	4.26	4.31	4.521	1.26	28.51
8	10	8	10	8	8	8	10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PPF
61	5	64.5	5	55.2	5	56.8	6	59	5	60	5	61.3	5	4.4	4.7	4.5	4.3	1.3	35.8
59	5	60	5	53.5	5	55.4	5	55.2	5	56.8	6	57.1	6	4.6	4.8	4.7	4.3	1.57	37.1
76.6	6	68.5	6	70.6	6	74	6	75.1	7	69.5	6	71	5	5	5.3	5.6	5.7	1.13	65.5
70.5	5	64.5	6	66.5	6	67.7	5	70.4	6	71.2	6	73	6	4.5	4.9	4.2	4.5	1.23	49.9
72	5	69.6	6	72.3	5	74	5	75.7	6	69.8	6	73.6	6	4.2	4.1	4.1	3.5	1.16	46.4
60.2	4	62.7	5	64.6	4	65.8	4	65.7	4	67	6	63	5	3.7	4.1	4.1	4	1.14	30.01
50	3	42.2	4	44	4	45.5	4	47.5	5	48.7	5	49.5	5	2.8	2.7	2.5	2.4	0.81	13.3
62.3	5	60.5	6	57	6	57	6	59	5	59.5	5	60.6	6	3.9	3.8	3.9	3.7	1.08	24.6
63	5	64.4	5	65	6	60	6	60.8	5	61.8	6	62.6	6	4.4	5	5.1	5	1.24	41.9
61.6	5	63.5	5	58.4	5	59	5	54.1	5	55.5	5	56.7	6	3.8	3.9	3.9	3.6	1.47	33.4
63.7	4.875	63.575	5.3	61.35	5.2	61.9625	5.2	62.4875	5.25	62.4875	5.6	63.1625	5.6	4.19	4.41	4.31	4.113	1.22	37.39
4.83	0.35355	2.66	0.67	6.13002	0.79	6.54	0.79	7.54	0.48	5.60	0.516	5.94	0.516	0.34	0.49	0.42	0.511	0.12	8.406
7.58979	7.25238	4.19	12.7349	9.99	15.1694	10.5568	15.1694	12.069	8.82	8.97	9.221	9.41	9.221	8.22	10.9968	9.79	12.43	10.1486	22.48
67.7426	5.17063	65.802	5.86	66.4757	5.85957	67.4321	5.85957	68.7935	5.64	67.1727	6.032	68.1304	6.032	4.48	4.82	4.67	4.54	1.32	44.42
59.6574	4.57937	61.348	4.74	56.2243	4.54043	56.4929	4.54043	56.1815	4.86	57.8023	5.168	58.1946	5.168	3.89979	4.01	3.96	3.685	1.12	30.36
8	8	8	10	8	10	8	10	8	8	8	10	8	10	8	8	8	8	8	8

Y MES DE LA MEDICIÓN, EL TIEMPO SON LOS DÍAS CORRESPONDIENTES A LA MEDICIÓN, DESPUÉS DEL TRANSPLANTE.

ART5 (ARENA DE RÍO TRATAMIENTO 5- FERTILIZACIÓN CON N-K)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	77	27.1	4	30.2	5	33.1	5	33.1	5	36.1	L	40.2	7	45.4	7	47.7	7	52.7	8
2	10	22.8	4	26.4	4	27.3	4	28.3	5	33	5	34.1	L	36.3	L	39.1	7	40	7
3	78	28.1	4	30.8	4	34.1	4	35.8	5	36.5	5	39.1	L	41.5	L	42.5	7	46.4	L
4	24	22.4	3	24.7	4	27.5	4	27.8	4	29.4	5	26.7	5	31.1	5	32.2	5	32.8	5
5	28	18.7	3	21	4	24.5	4	26.3	4	28	4	26.7	5	29.7	5	33.4	5	34.8	L
6	30	22.7	3	26.3	4	28	4	28.4	5	29.5	5	31.6	L	33.6	L	33.4	L	35.2	L
7	40	22.5	3	23.1	4	27	4	27	4	29.5	5	30.2	5	30.3	5	30.7	5	30.3	5
8	32	21.3	3	21.8	3	23.2	3	24	4	25.7	4	26.5	4	27.4	5	27.5	4	28.2	4
9	81	26.2	4	28.5	4	29.3	4	29.3	4	28.7	4	28.7	4	28.8	4	28.4	3	23.8	4
10	133	27.1	3	29.2	4	34.2	5	37	L	40.4	7	47.6	7	49.5	L	56.6	8	58	8
media	X	24.013	3.4	26.275	4	28.85	4.125	29.5	4.6	31.588	5	32.713	5.5	34.613	5.5	35.975	5.625	37	5.9
desvest.	S	2.3691	0.516	2.9644	0	3.232	0.3536	3.2672	0.6992	3.8405	0.943	4.6523	1.08	6.031	0.5345	6.803	1.4079	9.1706	1.45
coefvar	C.V.	9.8661	15.19	11.282	0	11.203	8.571	11.075	15.2	12.158	18.86	14.222	19.64	17.424	9.7186	18.354	25.029	24.785	24.5617
interconf	I.C.+	25.993	3.832	28.754	4	31.552	4.4206	32.232	5.1846	34.799	5.788	36.603	6.403	39.655	5.9489	41.496	6.8022	44.668	7.11171
interconf	I.C.-	22.032	2.968	23.796	4	26.148	3.8294	26.768	4.0154	28.376	4.212	28.822	4.597	29.57	5.0531	30.454	4.4478	29.332	4.68829
	n	8	10	8	8	8	8	8	10	8	10	8	10	8	8	8	8	8	10

ART6 (ARENA DE RÍO TRATAMIENTO 6-FERTILIZACIÓN CON N-P)

#REP	#A	AT1	NH1	AT2	NH2	AT3	NH3	AT4	NH4	AT5	NH5	AT6	NH6	AT7	NH7	AT8	NH8	AT9	NH9
1	124	12.5	3	13.5	3	14.2	3	16.1	4	16.6	4	17.7	3	17.6	5	19.4	5	25.8	5
2	157	21	3	22.3	3	25.3	4	28.1	5	29.8	5	32.8	6	34.9	5	38.7	7	42.1	7
3	144	24.1	3	25.3	4	26	4	25.4	4	25.5	4	26	3	////	////	////	////	////	////
4	149	26.4	3	27.6	4	28	4	27.9	4	28.6	4	29.3	5	30.8	4	33	6	35.4	6
5	43	28.5	4	29.9	5	32	5	32.3	5	32.1	5	34.8	6	37.5	6	43	6	47.6	6
6	152	28.1	3	29.6	4	33.1	4	36.8	5	37.9	5	41.3	6	42.5	6	48.8	7	45	7
7	125	28.6	3	27.5	4	31	5	34.5	5	35.8	5	38.9	6	39.9	6	41.5	7	42.3	7
8	126	23.1	4	24.1	4	25.8	4	29	5	29	5	33	6	34.4	6	38.9	7	43.9	7
9	109	25.6	3	27.4	4	29.6	5	30.3	5	30.6	5	34.3	5	35.8	6	36.4	6	38.4	7
10	153	22	3	23.8	3	26	4	28.5	5	28.5	5	31.5	5	35.5	6	36.8	6	38	7
media	X	24.85	3.2	25.988	3.8	27.963	4.2	29.5	4.7	29.988	4.7	32.463	5.1	35.543	5.5556	38.329	6.3333	38.863	6.5
desvest.	S	2.7625	0.422	2.5244	0.6325	2.6098	0.6325	2.8299	0.483	3.0216	0.483	3.6371	1.197	2.8017	0.7265	3.3365	0.7071	6.1981	0.76
coefvar	C.V.	11.117	13.18	9.714	16.644	9.3333	15.058	9.593	10.278	10.076	10.28	11.204	23.47	7.8826	13.077	8.7051	11.165	15.949	11.6297
interconf	I.C.+	27.16	3.553	28.098	4.3288	30.145	4.7288	31.866	5.1039	32.514	5.104	35.504	6.101	37.886	6.183	41.118	6.9246	44.045	7.13208
interconf	I.C.-	22.54	2.847	23.877	3.2712	25.78	3.6712	27.134	4.2961	27.461	4.296	29.421	4.099	33.2	4.9481	35.539	5.7421	33.68	5.87
	n	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	7	9	7	9	8	8

PARÁMETROS MORFOLÓGICOS CONSIDERADOS: ALTURA TOTAL DE LA PLANTA (AT); NÚMERO DE HOJAS (NH); ANCHO TOTAL DE LA HOJA (AN).

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19	
56.5	8	57.7	6	61.3	6	62.3	4	63.3	4	59.8	4	50.3	3	54.3	3	47	3	42	4	
44.4	6	45.5	7	48.6	5	50.5	4	50.9	5	52.2	5	48.8	5	44.9	4	50.4	4	45.5	5	
49.2	7	49.5	6	54.1	4	55.7	5	57.8	4	59	4	51.4	3	34.7	3	34.8	1	////	////	
33	4	31.7	3	32.5	2	32.5	3	33.1	3	33	3	38.7	2	////	////	////	////	////	////	
39.1	7	40.2	7	45.4	8	46.8	4	47.3	5	49.8	5	47.9	3	51.8	3	38.8	3	34.7	3	
37.5	6	38.2	5	42.2	3	43.8	4	44.1	4	45	4	31.7	3	33.7	3	34.5	3	33	3	
30.9	4	30.4	2	30	2	30.5	2	30.3	3	24	4	19.9	3	19	2	18	2	////	////	
28.9	5	28.9	5	28.4	5	28.5	3	28.3	2	28	2	23.8	2	12.4	2	14.5	2	16.1	2	
23.9	4	24.2	3	26.6	4	29.1	5	29	5	29.1	5	29.4	4	29.5	3	27	3	30	3	
61.5	7	62	5	64.2	5	67.6	3	67.1	3	45.1	3	50.9	3	52.5	3	54	3	39.2	3	
39.94	5.8	40.283	4.9	42.813	4.4	43.9	3.7	44.475	3.8	42.15	3.9	37.6875	3.1	34.95	2.75	33.13	2.5	34.3571	3.29	
9.5491	1.4757	10.147	1.7288	11.88	1.8379	12.296	0.949	12.8237	1.033	12.2108	0.994	13.1982	0.88	14.3286	0.46	12.77	0.76	9.66348	0.95	
23.91	25.444	25.203	35.282	27.75	41.77	28.009	25.64	28.8336	27.18	28.9698	25.5	35.0201	28.245	40.9917	16.8331	38.54	30.2372	28.1266	28.95	
47.922	7.0339	48.747	6.3456	52.746	5.9368	54.181	4.493	55.1977	4.664	52.3602	4.732	48.7233	3.83	46.9294	3.14	43.80	3.13	42.4374	4.08	
31.953	4.5661	31.778	3.4544	32.879	2.8832	33.619	2.907	33.7523	2.936	31.9398	3.068	26.6517	2.36788	22.9706	2.36	22.45	1.87	26.2769	2.49037	
8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	10	8	8	8	8	8	7	7

AT10	NH10	AT11	NH11	AT12	NH12	AT13	NH13	AT14	NH14	AT15	NH15	AT16	NH16	AT17	NH17	AT18	NH18	AT19	NH19	
30.5	6	37.5	7	38	6	42.3	7	46.4	7	47.9	8	46	7	47	7	45	6	43.9	5	
47.3	8	49.7	8	50.5	8	56.5	5	56.7	5	52.5	6	50.8	3	56	5	59.2	5	62.4	4	
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	
37.2	6	40	6	47.9	7	51.9	5	53.4	5	47.3	5	56	5	58	6	59.3	6	63	6	
52.5	7	56.9	7	60	7	63.7	6	64.6	6	65.8	6	63.4	5	58.1	4	50.1	4	55	5	
42.7	7	47.2	7	52	8	54.7	8	55.6	8	59	8	67.1	7	69.4	7	75.7	8	73.5	7	
45.4	7	45.8	8	48	4	48.9	3	49.5	4	40.1	3	36.6	3	38.8	2	31.4	3	35.6	3	
44.2	7	44.7	6	45.4	4	43.7	4	39.7	2	30.6	3	31	3	31	3	31	3	31.6	4	
41	7	40.9	6	45.1	6	56.5	7	59.2	7	59.7	6	64.2	6	65.2	7	71.8	7	76	8	
37.1	7	38.3	7	38.4	6	37.8	6	39.4	6	40.6	4	42.5	5	43.9	5	44.5	6	49.1	6	
40.675	6.75	43.013	6.75	45.663	6	49.038	5.375	49.9875	5.25	47.2125	5.125	48.825	4.63	49.75	4.88	49.038	5	51.7625	5	
5.4933	0.4629	4.4563	0.7071	5.1531	1.4142	7.0894	1.408	7.59601	1.669	9.95	1.727	12.0848	1.51	11.5189	1.81	14.148	1.51	14.4375	1.31	
13.505	6.8579	10.36	10.476	11.265	23.57	14.457	26.19	15.1998	31.79	21.0839	33.7	24.7512	32.5609	23.1536	37.0815	28.852	30.2372	27.8919	26.1861	
45.268	7.1371	46.739	7.3413	49.971	7.1825	54.965	6.552	56.3407	6.646	55.5359	6.569	58.9298	5.88	59.3817	6.39	60.868	6.26	63.8346	6.09	
36.082	6.3629	39.286	6.1567	41.354	4.8175	43.11	4.198	43.6343	3.854	38.8891	3.681	38.7202	3.37	40.1183	3.36	37.207	3.74	39.6904	3.91	
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

GROSOR DEL TALLO (GT), PESO FRESCO DE LA PLANTA (PFP). EN DONDE #REP=NÚMERO DE REPLICAS; #A= NÚMERO ALEATORIO Y LA FECHA INDICA EL DÍA

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PFP
46	4	50.1	4	50	3	44.7	4	51.4	5	43.7	5	46.4	5	3.3	3.4	3	3.1	0.9	14.4
45.5	5	45.8	3	40.4	3	34.2	3	17.2	3	17.4	3	19	3	3	3	3	2.5	0.47	5.1
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
34.5	4	33.9	3	36.9	3	40	3	35.9	3	30.8	3	33.9	4	3.1	2.8	2.9	2.5	0.49	4.5
26.7	3	29.4	2	35	3	37.1	4	25.8	4	28.5	4	31.4	4	2.4	2.2	2.4	2.2	0.5	5.5
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
17.4	3	18.2	3	21.4	1	24.5	2	12.4	2	14.2	2	17	2	1.8	1.9	1.9	1.3	0.4	1.8
41.5	2	47.7	3	45.4	3	45	3	44	4	47.4	4	46	3	3.5	3.1	2.7	2.4	0.72	15.4
35.2667	3.5	37.55	3	38.55	2.67	37.5833	3.17	31.15	3.5	30.4	3.5	32.65	3.429	2.73	2.73	2.65	2.333	0.58	8.983
11.419	1.04881	12.4863	0.63	9.91035	0.82	7.67	0.75	15.3667	1.05	13.4371	1.049	13.1681	0.978	0.62	0.57	0.43	0.589	0.19026	6.889
32.3792	29.966	33.2524	21.0819	25.7078	30.6186	20.4151	23.7718	49.3313	29.966	44.201	29.97	40.3311	28.46	22.8476	20.9103	16.3183	25.23	32.804	78.68
44.8148	4.37697	47.9905	3.53	46.8367	3.35	43.9989	3.80	43.999	4.38	41.6356	4.377	43.6607	4.245	3.26	3.21	3.01	2.826	0.74	14.74
25.7185	2.62303	27.1095	2.47	30.2633	1.98	31.1678	2.54	18.301	2.62	19.1644	2.623	21.6393	2.613	2.21	2.26	2.29	1.841	0.42	3.223
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	9	6	6	6	6	6

AT20	NH20	AT21	NH21	AT22	NH22	AT23	NH23	AT24	NH24	AT25	NH25	AT26	NH26	AH1	AH2	AH3	AH4	GT	PFP
47	5	43.5	5	43	5	48	5	54.7	5	60.3	4	43	4	3.3	4	4	3.5	0.78	19.3
64.2	5	60.3	5	64.4	6	65.4	6	64	6	65	6	62	7	3.5	3.8	4.3	4	1.07	37.7
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
56.7	7	51.8	7	64	6	57.7	7	55.6	6	60.2	7	62.5	7	3.3	4.3	4.8	4.8	1.15	53
58.1	5	60.3	4	57.8	3	62.5	5	67.7	6	67.5	7	63.6	7	4	4	4	4	1.2	55
75.2	8	76	9	75	9	76.2	9	78	10	83.1	10	85.5	7	5.2	5.3	5.7	5.7	1.24	88.4
39	3	33	2	36.5	3	30	2	34.1	3	38	3	39	3	3.3	3	2.7	2.4	0.63	6.8
33.8	4	28.3	4	31	4	34.2	4	34.3	6	39	7	43.7	7	2.5	2.8	2.8	3.1	0.91	20.2
79	8	79	9	88	8	92.7	6	94.4	9	100.5	9	105	9	3.2	5.1	5.6	5	1.19	85.7
52.5	7	55.5	7	59.9	7	64.7	7	66	8	65.4	8	59	7	3.3	3.4	4	4	0.91	29.9
53.3125	5.5	51.0875	5.38	53.95	5.25	54.8375	5.67	57.05	6.13	59.8125	6.375	57.2875	6.125	3.3	3.8	4.03	3.85	0.98	38.45
13.4062	1.69031	15.6495	2.19984	15.3746	1.83	16.1319	2	15.9123	1.81	14.9708	1.996	15.1718	1.642	0.41	0.74	0.96	0.852	0.21	25.34
25.1465	30.7329	30.6327	40.9272	28.4978	34.9	29.4176	35.2941	27.8919	29.5138	25.0295	31.3	26.4836	26.81	12.4417	19.4401	23.7839	22.13	21.1877	65.89
64.5223	6.91337	64.173	7.21442	66.8056	6.78	68.3263	7.34	70.3553	7.64	72.3305	8.044	69.9736	7.50	3.64	4.42	4.83	4.562	1.15	59.63
42.1027	4.08663	38.002	3.54	41.0944	3.72	41.3487	3.99	43.7447	4.61	47.2945	4.706	44.6014	4.752	2.96	3.18	3.22	3.138	0.81	17.27
8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Y MES DE LA MEDICIÓN, EL TIEMPO SON LOS DÍAS CORRESPONDIENTES A LA MEDICIÓN, DESPUÉS DEL TRANSPLANTE.