

DETERMINACION DE LA CURVA DE ABSORCION DE NUTRIENTES EN EL CULTIVO DE MANGO (*Mangifera indica L.*) BAJO RIEGO PRESURIZADO Y SU INFLUENCIA EN LA SALINIDAD DEL SUELO

Joffre Villacis, Jaime Proaño*

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el cabo en la Granja Experimental Chongón (Cedegé) durante el periodo seco de Mayo a Diciembre, el cultivo seleccionado fue mango c.v. Tommy Atkins de 12 años de edad bajo tres sistemas de riego: aspersión, microaspersión y goteo.

La fertilización se programó en base a las cantidades establecidas para el manejo del cultivo durante el periodo, Ej. Para la variedad Tommy Atkins de 12 años de edad se fertirrigó de 2 a 3 veces por semana, con una concentración a la salida de los emisores menor o igual a 1 g/L en el caso de los riegos localizados y aplicando el fertilizante al suelo en semiluna alrededor del tronco una vez por mes, en el caso del riego por aspersión.

INTRODUCCION

El mango es una fruta tropical es ampliamente apreciada por los consumidores ecuatorianos y en otros países del mundo, por su agradable sabor y su rico contenido de vitamina A y C. Se considera además, como una excelente alternativa exportable especialmente porque la época de cosecha se realiza durante los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero, meses en que la oferta de otros países como Brasil y Perú es baja, los cuales también exportan la fruta a Estados Unidos y Europa.

Del total sembrado en Ecuador, 2.480 has de mango pertenecen a la Península de Santa Elena¹ y por lo tanto, con el fin de mejorar las condiciones productivas de la Península se hace imprescindible generar cambios tecnológicos en el manejo del cultivo, principalmente en el manejo de la fertirrigación y el riego como medidas de conservación para el control de la salinidad del suelo y poder ajustarnos a los requerimientos nutricionales que el cultivo exige.

JUSTIFICACION

La presente investigación se llevó a cabo atendiendo a la problemática que ocasiona la acumulación de sales más solubles que el yeso en la solución del suelo por efecto del mal manejo de la fertilización y principalmente del fertirriego, para corregir esto se construirán las curvas de absorción de nutrientes que nos servirán para satisfacer las necesidades puntuales a lo largo del desarrollo del cultivo.

* Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Agraria del Ecuador. Correo electrónico: info@uagraria.edu.ec

OBJETIVOS

Los objetivos que se persiguieron en esta investigación:

1. Determinar la curva de absorción de N P K Ca y Mg para el cultivo de mango en sus diferentes etapas fenológicas de producción.
2. Monitorear el fertirriego y la salinidad por medio de los succionadores de la solución del suelo y los tensiómetros.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El presente estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental Chongón, perteneciente a CEDEGE, localizada en el Km. 27 margen izquierdo de la vía Guayaquil-Salinas, perteneciente a la zona de Chongón, Provincia del Guayas. El clima es tropical-seco, precipitación 680mm/año, la temperatura promedio anual es de 27° C, la insolación media de la zona es de 912.5 h/año y la humedad relativa es de 77%.

Coordenadas UTM:
Norte: 9`752.042,871
Este: 599.278,477

Coordenadas Geográficas.
Latitud Sur: 2° 14´
Longitud Este: 80° 04´

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) provisto de tres tratamientos y tres repeticiones.

Tratamientos en estudio

Son los sistemas de riego por aspersión, microaspersión y goteo (con una sola variedad de mango de exportación, Tommy Atkins).

METODOLOGIA

- Toma de muestras para análisis de suelo.
- Toma de muestras para análisis foliar.
- Evaluación de los sistemas de riego.
- Determinación del tiempo de riego diario
- Fertilización
- Succionadores
- Construcción de las curvas de absorción de nutrientes

TOMA DE MUESTRAS PARA ANALISIS DE SUELO

Se tomaron muestras de suelo conjuntamente con las muestras foliares durante las etapas de latencia parcial y cosecha, y únicamente foliares durante las etapas de floración, cuajado y

desarrollo de fruto para establecer el contenido de nutrientes en el suelo y la absorción de los mismos por el cultivo.

Se recolectaron 3 submuestras por unidad experimental al pie de los árboles de los cuáles se tomó la muestra foliar enterrando el barreno en el tercio medio de la proyección de la copa del árbol en el suelo, en el caso de goteo, la submuestra se tomó en la ubicación del gotero más cercano al tallo. Las submuestras se recolectarán a una profundidad de 0-30 cm y se homogenizó en un balde para obtener 1 kilogramo como muestra representativa de la unidad experimental.

El mismo procedimiento se repitió para la capa de 30-60 cm y posteriormente las muestras se enviaron al laboratorio.

TOMA DE MUESTRAS PARA ANALISIS FOLIAR

Se realizó un muestreo al intermedio de cada etapa fenológica para determinar la curva de absorción de N P K Ca y Mg durante el ciclo del cultivo, la metodología de muestreo fue la siguiente:

- Cada muestra provino de tres plantas por cada unidad experimental.
- Se tomaron muestras de plantas de una misma variedad y edad.
- Se tomaron hojas de la periferia del árbol en los 4 puntos cardinales a una altura media de la planta hasta completar unas 20 hojas por muestra.
- El recorrido del sector se llevo a cabo de acuerdo a la ubicación de las plantas en el croquis del diseño.
- Las muestras se colocaron en bolsas de papel, bien identificadas y protegidas del sol y calor.

EVALUACION DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

Se realizó la evaluación de funcionamiento de los diferentes sistemas, siguiendo la metodología descrita en el numeral 3.4.5.2. Al finalizar la prueba se pudo observar los siguientes resultados:

| Módulo: Caracteres evaluados | | Goteo resultados |
|---------------------------------|--------|---------------------|
| Caudal mínimo | (lh-1) | 4.5 |
| Caudal medio | (lh-1) | 92.3 |
| Cu | (%) | 83.07 |
| Ea | (%) | 4.24 |

| Módulo: Caracteres evaluados | | Microaspersión resultados |
|---------------------------------|--------|------------------------------|
| Caudal mínimo | (lh-1) | 37.78 |
| Caudal medio | (lh-1) | 79 |
| Cu (%) | | 71.1 |
| Ea (%) | | 28.85 |

| Módulo: Caracteres evaluados | Aspersión resultados |
|---------------------------------|-------------------------|
| Pluviometria (mmdia-1) | 594 |
| Caudal medio (lh-1) | 47 |
| CUC CATCH 3D (%) | 42.3 |
| Ea (%) | 7.33 |

Luego de realizadas de las evaluaciones se procedieron a arreglar las posibles fallas para incrementar la Uniformidad y la Eficiencia.

DETERMINACION DEL TIEMPO DE RIEGO DIARIO

El riego se manejó en base a la tina de evaporación y los tensiómetros. Para la programación del tiempo de riego diario se utilizó el Kc determinado por Muñoz (2001) para el cultivo de mango que es de 0.7 los 110 primeros días de riego y 0.45 los últimos días.

Programación de riego por goteo

| Evaporación (mm) | Tiempo de riego (Horas) | l/ planta |
|------------------|-------------------------|-----------|
| 1 | 00h 59min | 27.33 |
| 2 | 01h 58min | 54.65 |
| 3 | 02h 58min | 82 |
| 4 | 03h 57min | 109.3 |
| 5 | 04h 57min | 136.6 |
| 6 | 05h 56min | 164 |
| 7 | 06h 56min | 191 |
| 8 | 07h 55min | 218.6 |
| 9 | 08h 55min | 246 |

Programación de riego por Microaspersión.

| Evaporación (mm) | Tiempo de riego (Horas) | l/ planta |
|------------------|-------------------------|-----------|
| 1 | 00h 50min | 31.89 |
| 2 | 01h 41min | 63.79 |
| 3 | 02h 32min | 96 |
| 4 | 03h 23min | 128 |
| 5 | 04h 13min | 159 |
| 6 | 05h 04min | 191 |
| 7 | 05h 55min | 223 |
| 8 | 06h 45min | 255 |
| 9 | 07h 36min | 287 |

Programación de riego por Aspersión.

| Mes | Evaporación promedio (mm/día) | Tiempo de riego cada 3 días | l/ hora/m2 |
|------------|-------------------------------|-----------------------------|------------|
| Agosto | 3.4 | 1h 43min | 4.2 |
| Septiembre | 3 | 1h 31min | 3.7 |
| Octubre | 2.9 | 1h 28min | 3.59 |
| Noviembre | 2.8 | 1h 19min | 3.47 |

FERTILIZACION

La fertilización de cada módulo se manejó en base al programa establecido anteriormente, así tenemos:

Programa de fertilización de los diferentes módulo de riego en el mes de Agosto del 2004.

| FERTILIZANTES | Goteo Kg-L/mes | Microaspersión Kg-L/mes | Aspersión Kg-L/mes |
|---------------------|----------------|-------------------------|--------------------|
| Nitrato de Amonio | 37 | 26.1 | 81 |
| Nitrato de Potasio | 18.5 | 13.05 | 8.1 |
| Sulfato de Potasio | 18.5 | 13.05 | 4.05 |
| Sulfato de Magnesio | 0 | 13.05 | 4.05 |
| Sulfato de Cobre | 3.7 | 2.61 | 4.05 |
| Sulfato de Zinc | 3.7 | 2.61 | 0.81 |
| Äc. Fosfórico | 3.7 | 2.61 | 0.81 |

Programa de fertilización de los diferentes módulo de riego en el mes de Septiembre del 2004.

| FERTILIZANTES | Goteo Kg-L/mes | Microaspersión Kg-L/mes | Aspersión Kg-L/mes |
|---------------------|----------------|-------------------------|--------------------|
| Nitrato de Amonio | 11.1 | 7.83 | 2.43 |
| Nitrato de Potasio | 18.5 | 13.05 | 4.05 |
| Sulfato de Potasio | 18.5 | 13.05 | 4.05 |
| Sulfato de Magnesio | 7.4 | 5.22 | 1.62 |
| Sulfato de Cobre | 1.85 | 1.3 | 0.4 |
| Sulfato de Zinc | 1.85 | 1.3 | 0.4 |
| Äc. Fosfórico | 1.85 | 1.3 | 0 |

Programa de fertilización de los diferentes módulo de riego en el mes de Septiembre del 2004.

| FERTILIZANTES | Goteo Kg-L/mes | Microaspersión Kg-L/mes | Aspersión Kg-L/mes |
|---------------------|----------------|-------------------------|--------------------|
| Nitrato de Amonio | 11.1 | 7.83 | 2.43 |
| Nitrato de Potasio | 37 | 26.1 | 8.1 |
| Nitrato de Calcio | 0 | 0 | 1.62 |
| Sulfato de Potasio | 18.5 | 13.05 | 4.05 |
| Sulfato de Magnesio | 3.7 | 2.61 | 0.81 |
| Äc. Fosfórico | 1.8 | 1.3 | 0 |

Programa de fertilización de los diferentes módulo de riego en el mes de Septiembre del 2004.

| FERTILIZANTES | Goteo Kg-L/mes | Microaspersión Kg-L/mes | Aspersión Kg-L/mes |
|--------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|
| Nitrato de Amonio | 37 | 26.1 | 81.62 |
| Nitrato de Potasio | 18.5 | 13.05 | 4.05 |
| Sulfato de Cobre | 1.85 | 1.3 | 0.4 |
| Sulfato de Zinc | 1.85 | 1.3 | 0.4 |
| Ãc. Fosfórico | 1.85 | 1.3 | 0 |

MONITOREO DE LA SOLUCION DEL SUELO

En base a las lecturas que se tomaron semanalmente y con el promedio de las tres repeticiones de cada tratamiento se lograron elaborar las curvas de monitoreo de la CE y pH de la solución del suelo.

Monitoreo de la salinidad en la solución del suelo

| Semanas | CE (dS/m) | | |
|---------|-----------|----------------|-----------|
| | Goteo | Microaspersión | Aspersión |
| 1 | 0 | 0.884 | 0.313 |
| 2 | 0.938 | 1.09 | 0.886 |
| 3 | 1.01 | 0.781 | 0.625 |
| 4 | 0.547 | 0.78 | 0.676 |
| 5 | 0.884 | 0.833 | 0.935 |
| 6 | 0.625 | 1.09 | 0.521 |
| 7 | 0.834 | 0.94 | 3.44 |
| 8 | 1.2 | 0.938 | 4.32 |
| 9 | 1.72 | 0.86 | 3.17 |
| 10 | 2.03 | 0.99 | 2.977 |
| 11 | 0.937 | 0.99 | 1.511 |
| 12 | 0.86 | 0.858 | 11.46 |

Monitoreo de la salinidad en la solución del suelo

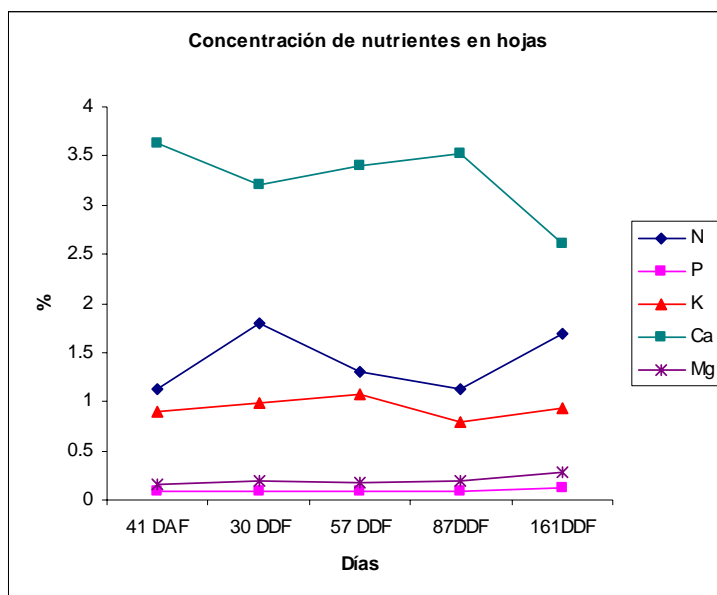
| Semanas | pH | | |
|---------|-------|----------------|-----------|
| | Goteo | Microaspersión | Aspersión |
| 1 | 8.4 | 7.8 | 8 |
| 2 | 8.9 | 8.3 | 8.5 |
| 3 | 8.4 | 8.6 | 8.6 |
| 4 | 8.6 | 8.4 | 8 |
| 5 | 8.9 | 8.4 | 8.6 |
| 6 | 8.1 | 8.6 | 8.3 |
| 7 | 8.2 | 8.4 | 7.9 |
| 8 | 8.3 | 7.9 | 6.9 |
| 9 | 8.2 | 7.9 | 8.4 |
| 10 | 7.9 | 8.5 | 7.7 |
| 11 | 8 | 8.6 | 8.13 |
| 12 | 8.5 | 8.6 | 8 |

CONSTRUCCION DE LAS CURVAS DE ABSORCION DE NUTRIENTES

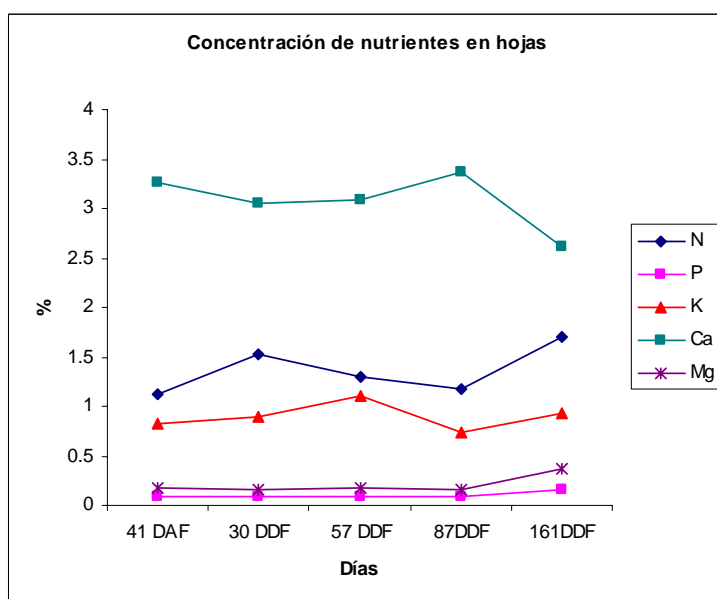
Estas curvas de absorción fueron construidas para cada sistema de riego, realizando los muestreos foliares de las etapas de latencia parcial (41 DAF), floración (30 DDF), cuajado de fruto (57 DDF), desarrollo de frutos (87 DDF) y cosecha (160 DDF).

Las muestras Foliares se tomaron en tres repeticiones y en los tres sistemas de Riego existentes (Tratamientos).

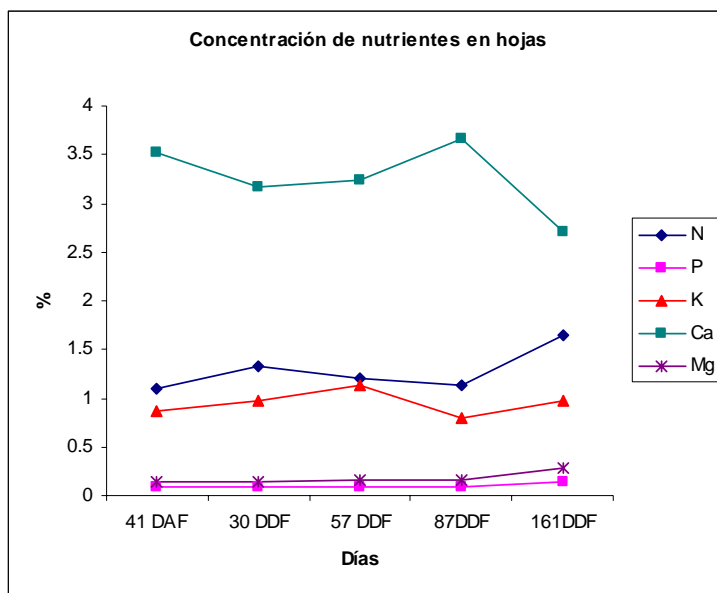
Curva de absorción en módulo goteo



Curva de absorción en módulo microaspersión



Curva de absorción en módulo microaspersión



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Las conclusiones para el primer objetivo de acuerdo a los resultados del análisis de fertilidad de suelos realizado en la etapa de latencia parcial se obtuvieron que el contenido de N, P, K, Ca y Mg en las capas de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm de profundidad era el adecuado para el normal desarrollo del cultivo, por lo que la programación de fertilización que se realizó fue de mantenimiento al suelo. Posteriormente, el análisis en la etapa de cosecha demostró que los contenidos de K, Ca y Mg en el suelo iban de medios a altos en las capas de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm de profundidad lo que nos indica una programación de fertilización bastante buena; además existían contenidos de P altos en el caso de los riegos localizados y bajos para el caso de riego por aspersión, esto se debió al manejo que se hizo del fósforo vía fertirriego en los riegos localizados versus la aplicación tradicional al suelo en el riego por aspersión.
- La fertilización durante el ciclo del cultivo se realizó aplicando las siguientes cantidades de nutrientes: 182 gr por planta de N, 186 gr por planta de P₂O₅, 238 gr por planta de K₂O, 12 gr por planta de CaO, 12.8 gr por planta de MgO, 4.6 gr por planta de ZnO. El 50% de estas dosis se aplicaron de base mediante fertilizantes insolubles durante la etapa de reposo vegetativo y el otro 50% se aplicó vía fertirriego realizando aplicaciones tres veces por semana con una concentración de 1g/l a la salida de los emisores. Una vez iniciada la temporada de riego se hizo el monitoreo de la solución del suelo mediante el uso de los succionadores y en base a las lecturas que se tomaron semanalmente y con el promedio de las tres repeticiones de cada tratamiento se lograron elaborar las curvas de monitoreo de la CE y pH de la solución del suelo observándose una tendencia a la acumulación de sales en el módulo de aspersión, mientras que en los módulos de los riegos localizados se mantenía estable y en concentraciones bajas, lo que indicaba que se

están aplicando adecuadamente las láminas de riego y fertirriego en el caso de los riegos localizados.

RECOMENDACIONES

- Programar el fertirriego por lo menos 3 veces por semana para disminuir el contenido de sales que se aplican al suelo.
- Utilizar conductivímetros para medir la concentración e sales en el agua de riego y hacer una buena programación de fertirriego.
- Monitorear la CE en el primer emisor de la primera lateral y en el último de la última lateral, para garantizar la presencia de las sales fertilizantes en todo el módulo o tomar medidas de corrección.
- Realizar evaluaciones de los sistemas de riego antes, durante y al final de la temporada de riego.
- Utilizar aspersores de bajo ángulo de salida para evitar la caída de flores durante el riego.
- Realizar análisis de suelo para poder hacer una buena programación de fertilización.
- Realizar análisis foliares durante la etapa de floración para monitorear o modificar el programa de fertilización.
- Aplicar mayores cantidades de N y Mg durante las etapas de floración y cosecha de acuerdo a las curvas.
- El Mg debe aplicárselo vía foliar mediante pulverizaciones de quelatos.
- La mayor demanda de P aparece durante la cosecha por lo que este elemento debe estar presente en el suelo para esa etapa.
- Proporcionar las mayores cantidades de K durante las etapas de Cuaje de fruto y cosecha.
- Manejar con cuidado las cantidades de Ca, debido a que su exceso produce antagonismo con otros elementos como el Mg y el K.

BIBLIOGRAFIA

- Avilán, L. 1999. Informaciones agronómicas. Fertilización del Mango en el Trópico. Venezuela.
- Calderón, F. 2002. Análisis de la Composición del Suelo Mediante el Uso de Succionadores. (en línea). Bogota, D.C., Colombia Consultado el 22 de Noviembre del 2002 Disponible en: www.drcalderonlabs.com/Investigaciones/SeguimientoSondasdeSuccion.htm-8k.
- Correa, M. 2001. Determinación de la Programación del Riego y la Fertilización en el Cultivo de Mango y su Efecto en el Bulbo Húmedo, en la Zona de Chongón, Península de Santa Elena. Tesis de Grado. Guayaquil-Ecuador.
- Doorenbos, J., Pruitt, W. 1977. Las Necesidades de Agua de los Cultivos. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 24. Roma- Italia.

- Fassbender, H. et al. 1987. Química de Suelos con Énfasis en Suelos de América Latina. San José – Costa Rica.
- FRUPEX, 1994. Manga para Exportacao: Aspectos Técnicos da Producao. Embrapa-SPI. Brasilia, DF.
- Germano, H. 1998. El Cultivo de Mango en el Litoral. Memorias del Seminario Internacional Cultivos No Tradicionales Para Manabí. Universidad Técnica de Manabí.
- Levy, Y., Sirkis, S. 2002. Sistemas de Riego a Presión. Memorias de Curso sobre el Riego. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador.
- Muñoz, E. 2001. Estudio del Manejo y Control de Riego para los Cultivos de Mango, Guayaba y Guanábana en la Zona de Chongón (Península de Santa Elena). Tesis de Grado. Universidad Agraria del Ecuador. Guayaquil-Ecuador.
- Nathan, R. 1997. La fertilización Combinada con El Riego. Servicio de Extensión Agrícola. Departamento de Riego y Suelos. Estado de Israel.
- Porta, J. et al. 1999. Edafología para la Agricultura y el Medio Ambiente. México.
- PROEXANT, 1992. Nuevos Productos de Exportación. Manual de Mango. Quito-Ecuador.
- Román, S. 2001. Libro Azul. Manual Básico de Fertiriego. Santiago – Chile.
- Shany, M., Proaño, J. 1996. Manual Agrotécnico de los Principales Cultivos No Tradicionales en la Península de Santa Elena. Guayaquil-Ecuador.
- Zambrano, A. 2001. Revista El Agro. Edición N° 62. Guayaquil-Ecuador.