

DETERMINACION DE LA PROGRAMACION DEL RIEGO Y LA FERTIRRIGACION EN EL CULTIVO DEL MANGO (*Mangífera indica* L.) Y SU EFECTO EN EL BULBO HUMEDO, EN LA ZONA DE CHONGON, PENINSULA DE SANTA ELENA

Marcelo Correa, Jaime Proaño*

RESUMEN

Este Trabajo de investigación se realizó en la Granja Experimental de Chongón, perteneciente a CEDEGÉ, localizado en el Kilómetro 27, margen izquierdo de la carretera Guayaquil – Salinas, en la zona de Chongón en la Provincia del Guayas.

La investigación se encamino en analizar el efecto de la fertirrigación del bulbo húmedo (profundidad y cantidad), en el rendimiento del cultivo.

Para este estudio, se utilizaron la tina de evaporación Standard tipo A y los tensiómetros Irrometer de origen americano, para condiciones de humedad del suelo, fertilizantes, calibrador Vernier, en un área de 8.688 m², regados por micro aspersion. Estimando la mayor demanda evaporativa y de consumo de agua en el cultivo del mango en los meses de Septiembre y Noviembre.

La humedad del suelo se la mantuvo en rangos muy aceptables en cuanto a la permeabilidad se refiere, es decir entre los 15 y 7 centibares.

INTRODUCCION

El mango es una fruta tropical, nativo de la India, tolerante a un amplio rango de lluvias, pero necesita de un tiempo seco para su fructificación; es considerada en muchas partes del mundo el “Rey de las Frutas “, siendo Brasil el primer país sudamericano en donde se sembró.

La siembra del mango en el Ecuador se encuentra concentrada en la provincia del Guayas con el 96%, y el resto, en la provincia de Los Ríos con el 4%, (según información proporcionada por el Ministerio de Agricultura y Ganadería), siendo una fruta que se consume en el mercado interno así como en el mercado externo. El mercado internacional de mango es muy exigente, en cuanto a la calidad del producto, y esta calidad tiene una relación muy estrecha con la nutrición y la eco fisiología de la planta.

JUSTIFICACION

El conocimiento de la eco fisiología, de las necesidades nutricionales y de las respuestas fisiológicas de la planta del mango son fundamentales para la definición de técnicas de manejo más adecuadas para el incremento de la producción y de la calidad de la fruta. La fertilización constituye una de las prácticas más eficientes para asegurar a la planta las

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

posibilidades de expresar su potencial genético de producir frutas abundantes y de excelente calidad nutritiva.

El fertirriego, aporta a los sistemas de riego el potencial de altos niveles de producción a un costo moderado. Tradicionalmente los agricultores que hacían un riego de superficie, aplicaban nitrógeno en seco, incorporando nutrientes como operación previa a la siembra o cuando las plantas eran todavía de pequeño tamaño y el campo aún era accesible para los equipos.

El presente trabajo de investigación se justifica, debido que para obtener una buena producción tanto en volumen como en calidad de la fruta se requiere manejar en el caso de riego localizado, el fertirriego de una manera óptima.

OBJETIVOS

- Analizar el efecto de la fertirrigación en el bulbo húmedo (profundidad y cantidad), en el rendimiento del cultivo.
- Programar y comparar el desarrollo del fruto con el volumen de agua aplicado.
- Elaborar un modelo de producción en el cultivo del mango.
- Realizar un análisis económico del estudio.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la Granja Experimental Chongón, perteneciente a la CEDEGÉ, localizada a unos 27 kilómetros de la vía Guayaquil – Salinas, perteneciente a la zona de Chongón, provincia del Guayas.

Geográficamente está ubicada en las siguientes coordenadas UTM.
Norte: 9752.042,871 y al Sur: 599.278,477

Descripción del área de estudio.

El presente trabajo de tesis se llevó a efecto en una superficie útil de 8.688 metros cuadrados, sembrada con 5 variedades de mango de exportación, con un distanciamiento de siembra de 6 metros, entre plantas, y 8 metros entre hileras.

Las variedades sembradas en el área de estudio son:

- Hadden.
- Van Dyke.
- Keith.
- Kenth.
- Tommy Atkins.

El área total de estudio se encuentra regada bajo un sistema de riego localizado por microaspersión.

METODOLOGIA

- Determinación de la evapotranspiración por medio de la tina evaporimétra.
- Determinación de la humedad del suelo por medio de tensiómetros.
- Determinación de las necesidades diarias de agua.
- Programación de la fertilización en base a suelo y planta.
- Programación de la fertilización en relación al programa de riego.
- Evaluación de frutos.
- Método para determinar el modelo de producción con relación al volumen de agua aplicada.

RESULTADOS

DETERMINACION DE LA EVAPOTRANSPIRACION POR MEDIO DE LA TINA CLASE A

Los resultados que se obtuvieron de la lectura diaria de la tina de evaporación, son los siguientes:

| MES | Ktina (1) | EV. DE TINA PROMEDIO mm/dia. (2) | Eto mm/dia (3) (1) X (2) |
|-------------------|----------------------|---|-------------------------------------|
| AGOSTO | 0.7 | 4.3 | 3 |
| SEPTIEMBRE | 0.7 | 4.1 | 2.8 |
| OCTUBRE | 0.7 | 4.3 | 3 |
| NOVIEMBRE | 0.7 | 4 | 2.8 |
| DICIEMBRE | 0.7 | 2.9 | 2.1 |
| ENERO | 0.7 | 3.8 | 2.7 |

| MES | Eto mm/dia (1) | Kc (2) | Etc mm/dia (3) (1) X (2) |
|-------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------------------|
| AGOSTO | 3 | 0.6 | 1.8 |
| SEPTIEMBRE | 2.8 | 0.6 | 1.7 |
| OCTUBRE | 3 | 0.6 | 1.8 |
| NOVIEMBRE | 2.8 | 0.6 | 1.7 |
| DICIEMBRE | 2.1 | 0.6 | 1.2 |
| ENERO | 2.7 | 0.6 | 1.6 |

DETERMINACION DE LA HUMEDAD DEL SUELO POR MEDIO DE TENSIOMETROS.

Los datos tomados en los tensiómetros se registraron de la siguiente forma: en el caso del mes de agosto que, en la estación A, el día 24 marcó 86 centibares y, al día 26, del mismo mes, bajó abruptamente a 19 centibares; momento en que se inició el riego. Situación parecida ocurrió en la estación B, que se mantenía con mayor humedad el suelo, de 54 centibares bajó a 26 centibares en 48 horas. Una vez iniciado el riego, los rangos de humedad del suelo se mantuvieron entre los 15 y 7 centibares, situación que variaba por razones del clima.

El 3 de diciembre, fecha en que se cortó el riego para iniciar la cosecha, la estación A marcaba 18 centibares, el cual fue ascendiendo paulatinamente hasta ubicarse en los 89 centibares el día 21 del mismo mes; manteniéndose entre esos rangos hasta el final del estudio.

DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DIARIAS DE AGUA.

Al tratar el riego localizado como alta frecuencia o de aplicación continua, los resultados del manejo de las necesidades de agua para el cultivo del mango, se lo realizó a diario.

Se elaboraron tablas que muestran diariamente la cantidad de agua aplicada al cultivo desde el 19 de agosto, fecha en donde se inició el riego; después de la inducción a la floración, hasta el 3 de diciembre, fecha en que se inició la cosecha. La cantidad total de agua aplicada durante el estudio fue de 1,754.3 m³. en 8688 m² .

PROGRAMACION DE LA FERTILIZACION EN BASE A SUELO Y PLANTA

Los resultados en cuanto cantidad de fertilizante utilizado se muestran en el siguiente cuadro:

| EDAD | GRAMOS DE ELEMENTO / ARBOL | | | | | | | |
|---------------|----------------------------|------|-----|----|-----|------|------|----|
| | N | P2O5 | K2O | Mg | S | Zn | Fe | Cu |
| 7 AÑOS | 368 | 255 | 841 | 22 | 137 | 13.8 | 22.2 | 14 |

Los resultados de la utilización de fertilizantes Ultrasol se detallan en el siguiente cuadro:

| FERTILIZANTE | Kgs./UTLIZADOS | # de sacos de 25 kgs. Utilizados. |
|--------------|----------------|-----------------------------------|
| INICIAL | 36.6 | 1.5 |
| DESARROLLO | 88.8 | 3.5 |
| PRODUCCION | 210 | 8.4 |

Los resultados de los fertilizantes utilizados como sulfato de potasio, super fosfato triple, urea, sulfato de magnesio, sulfato de zinc, sulfato de hierro, sulfato de cobre, se encuentran detallados a continuación:

| FERTILIZANTE | Kilogramos |
|------------------------------|------------|
| Urea 46% | 36.2 |
| Superfosfato triple 48% | 32.6 |
| Sulfato de potasio 0-0-50-18 | 92.31 |
| Sulfato de magnesio 16% Mg O | 9.1 |
| Sulfato de zinc 23% Zn | 9.1 |
| Sulfato de hierro 36% Fe | 9.1 |
| Sulfato de cobre 25% Cu | 9.1 |

La cantidad total de elemento puro utilizado en el cultivo del mango (Ultrasol y Sulfatos) se encuentran detallados en el siguiente cuadro:

| ELEMENTOS PUROS | ULTRASOLES (Kgs.) | SULFATOS Y UREA (Kgs.) | TOTAL / Kgs. |
|--|-------------------|------------------------|--------------|
| NITROGENO (N) | 49.5 | 17 | 66.5 |
| FOSFORO (P ₂ O ₅) | 29.5 | 16 | 46 |
| POTASIO (K ₂ O) | 106 | 46.5 | 152.5 |
| MAGNESIO (Mg) | 2.5 | 1.5 | 4 |
| AZUFRE (S) | 7.5 | 17 | 24.5 |
| ZINC (Zn) | | 2.5 | 2.5 |
| HIERRO (Fe) | | 4 | 4 |
| COBRE (Cu) | | 2.5 | 2.5 |

EVALUACION DE FRUTOS

Luego de la evaluación de frutos que tardó 11 semanas podemos comparar el crecimiento de las 5 variedades; siendo la variedad Haden, la más pequeña en lo que se refiere al ancho y largo; en cambio, la variedad Kent es la más ancha, y por último el Keitt fue la variedad más larga.

| VARIEDAD | LARGO (cm). | ANCHO (cm). |
|----------|-------------|-------------|
| HADEN | 8.7 | 7.5 |
| KENT | ===== | 8.5 |
| KEITT | 11 | ===== |

RENDIMIENTO DEL CULTIVO

El rendimiento luego de la cosecha se presentó de la siguiente forma:

| VARIEDAD | Kg/PLANTA | Kg/ha | Ton.Met/ha | Exportación |
|---------------------|------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| HADEN | 123.4 | 20,803 | 20.8 | NO |
| VAN DYKE | 81.5 | 15,154 | 15.1 | NO |
| KEITT | 72.4 | 12,546 | 12.5 | SI |
| KENT | 119.9 | 13,969 | 13.9 | SI |
| TOMMY ATKINS | 141.7 | 13,428 | 13.4 | SI |

La cosecha inició el 2 de diciembre con la variedad Tommy Atkins para exportación y culminó el 20 de enero con la variedad Van Dyke para venta local.

ANALISIS DE LA REGRESION LINEAL

Para elaborar la regresión lineal, primero se tuvo que sacar el volumen de los frutos por variedad, y por cada semana de evaluación. Para sacar estos datos se tuvo que ajustar al fruto con una figura geométrica que en este caso fue el cono circular, que es la más parecida.

La fórmula que se utilizó para hallar el volumen del fruto fue la siguiente:

$$V = \frac{\pi \times r^2 \times h}{3}$$

En donde:

V: Volumen

Pi: 3.1416

R2: Radio al cuadrado (Grosor del fruto)

H: Altura (Largo del Fruto)

Una vez hallado el volumen del fruto, se realizó la regresión lineal con la siguiente formula:

$$Y = a + bx$$

En donde:

Y: Volumen del Agua Aplicado Acumulado.

A: Coeficiente de Regresión Lineal.

B: Coeficiente de Regresión Lineal.

X: Volumen del Fruto en cm³.

Para realizar la regresión lineal se tuvo que relacionar el volumen de agua aplicado y acumulado durante la evaluación de los frutos.

Tommy Atkins.

| Agua Aplicada | LARGO | ANCHO | SEMANA |
|---------------|-------|-------|--------|
| 119.1 | 4.7 | 3.8 | 1 |
| 108.9 | 5.7 | 4.6 | 2 |
| 54.4 | 6.5 | 5 | 3 |
| 152.2 | 7.4 | 6.3 | 4 |
| 113.6 | 7.8 | 6.6 | 5 |
| 135.5 | 8.1 | 7 | 6 |
| 103 | 8.4 | 7.2 | 7 |
| | 8.5 | 7.5 | 8 |
| | 8.7 | 7.5 | 9 |
| | | | 10 |
| | | | 11 |

Haden

| Agua Aplicada | CM3 | Evaluación |
|---------------|-------|------------|
| 119.1 | 14.2 | 19/10/1999 |
| 108.9 | 21.5 | 26/10/1999 |
| 54.4 | 30 | 03/11/1999 |
| 152.2 | 60.8 | 12/11/1999 |
| 113.6 | 73.5 | 19/11/1999 |
| 135.5 | 84.5 | 26/11/1999 |
| 103 | 95.8 | 03/12/1999 |
| | 102.9 | 10/12/1999 |
| | 118.1 | 17/12/1999 |
| | | |
| | | |

Van Dyke

| Agua Aplicada | CM3 | Evaluación |
|---------------|-------|------------|
| 119.1 | 0.23 | 19/10/1999 |
| 108.9 | 1.6 | 26/10/1999 |
| 54.4 | 4.2 | 03/11/1999 |
| 152.2 | 20.4 | 12/11/1999 |
| 113.6 | 42.7 | 19/11/1999 |
| 135.5 | 58.8 | 26/11/1999 |
| 103 | 73.9 | 03/12/1999 |
| | 95.4 | 10/12/1999 |
| | 111.4 | 17/12/1999 |
| | 126.2 | 28/12/1999 |
| | 136.2 | 04/01/2000 |

Keitt

| Agua Aplicada | CM3 | Evaluación |
|---------------|-------|------------|
| 119.1 | 2.2 | 19/10/1999 |
| 108.9 | 7.4 | 26/10/1999 |
| 54.4 | 24.2 | 03/11/1999 |
| 152.2 | 42.7 | 12/11/1999 |
| 113.6 | 53.7 | 19/11/1999 |
| 135.5 | 69.5 | 26/11/1999 |
| 103 | 85.4 | 03/12/1999 |
| | 93.3 | 10/12/1999 |
| | 110.5 | 17/12/1999 |
| | 129.5 | 28/12/1999 |
| | 149.3 | 04/01/2000 |

Kent

| Agua Aplicada | CM3 | Evaluación |
|---------------|-------|------------|
| 119.1 | 0.72 | 19/10/1999 |
| 108.9 | 4.3 | 26/10/1999 |
| 54.4 | 10.4 | 03/11/1999 |
| 152.2 | 30.9 | 12/11/1999 |
| 113.6 | 59.5 | 19/11/1999 |
| 135.5 | 87.6 | 26/11/1999 |
| 103 | 104.9 | 03/12/1999 |
| | 113.8 | 10/12/1999 |
| | 123.2 | 17/12/1999 |
| | 133 | 28/12/1999 |
| | 141.9 | 04/01/2000 |

Tommy Atkins

| Agua Aplicada | CM3 | Evaluación |
|---------------|-------|------------|
| 119.1 | 6.5 | 19/10/1999 |
| 108.9 | 8.8 | 26/10/1999 |
| 54.4 | 23.4 | 03/11/1999 |
| 152.2 | 63.4 | 12/11/1999 |
| 113.6 | 87.6 | 19/11/1999 |
| 135.5 | 102.6 | 26/11/1999 |
| 103 | 111.4 | 03/12/1999 |
| | 126.2 | 10/12/1999 |
| | 146.7 | 17/12/1999 |
| | 156.1 | 28/12/1999 |
| | | |

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

Luego de los análisis de los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, se puede concluir lo siguiente:

- La mayor demanda evaporativa y de necesidades de agua para el cultivo del mango, es durante los meses de septiembre y noviembre, y que dicha demanda debe de ser programada en base al sistema de riego con el que cuenta el cultivo.
- El riego se lo debe programar en base a la evaporación diaria y no tomando dosis fijas que muchas veces son determinadas en otros países, bajo condiciones distintas a nuestra realidad.
- Que la humedad del suelo hay que controlarla a través de tensiómetros, también a diario ya que el exceso de riego puede causar saturación en el suelo y puede haber pérdidas económicas, y a su vez incidir en enfermedades fungosas, por el alto nivel de humedad que se forma.
- Que la etapa más crítica para la aplicación de fertilizantes en el cultivo del mango es en el cuajado y llenado de la fruta, es decir en la etapa de formación. En esta etapa se utilizaron los fertilizantes de S.Q.M. (Ultrasol Desarrollo y Producción) de origen chileno.
- Al igual que en la programación del riego; las dosis de fertilizante a utilizarse no tienen que ser de información recogida de experiencias anteriores o de libros de otros países; ya que los suelos presentan diferentes características en todos los lugares. Aunque la comparación de elementos en gramos en el cultivo del mango que se realizó, la más cercana y técnica fue la recomendación hecha por Frupex, entidad brasilera para el estudio de frutas tropicales.
- Que los mejores rendimientos fueron los de las variedades Kent para la exportación y el Haden para el mercado local con 13,9 ton/há y de 20,8 ton/ha respectivamente.
- La no exportación de la variedad Haden se debió a que fue afectada por cochinilla, la cual marcaba la piel del fruto, siendo no apto para su exportación; la variedad que tuvo menos rechazo el Keitt con 3,7 kg./há.
- Que el fruto que alcanzó el mejor volumen dado en cm³ fue la variedad Tommy Atkins por su uniformidad como fruto con 156,1 cm³, luego fue la variedad Keitt con 149,3 cm³, el Kent con 141,9 cm³, el Van Dyke con 136,2 cm³ y por último la variedad Haden con 118,1 cm³.

RECOMENDACIONES.

- Considerando el costo del agua y la necesidad de economizarla, se recomienda, ajustar la programación del riego, relacionando las dosis aplicadas y el contenido de humedad del suelo.

- Se recomienda ajustar los valores del Kc en base a las lecturas de los tensiómetros , ya que los valores teóricos que se utilicen pueden no estar correctos.
- Es recomendable mantener la humedad del suelo entre los 15 y 20 centibares, para suelos arcillosos.
- El conocimiento de las necesidades nutritivas de la planta a través de análisis de suelos y foliares, nos lleva a una buena restitución de los elementos para que el suelo y la planta tengan sus reservas nutritivas y no la escasez de los mismos; por ende antes de sembrar cualquier cultivo se recomienda la elaboración de dichos análisis para obtener una buena producción; beneficios que se verán reflejados en lo económico y ecológico.
- Al mismo tiempo se recomienda utilizar la fertirrigación, ya que es una manera más económica de fertilizar, por su bajo costo en el rubro de la mano de obra, de esta manera se aprovecha también el sistema de riego existente y se fertiliza de una manera más efectiva para las raíces por su localización.
- Se recomienda impulsar la elaboración de modelos de producción, ya que de esta manera a nuestros productos de exportación se les abrirán nuevas puertas de mercados, exigentes en cuanto a calidad y calibres de frutos.
- Realizar un adecuado control fitosanitario para obtener mejores rendimientos.
- Comparar resultados obtenidos, con otras investigaciones en producción de mango.
- Por último se recomienda, que se realice este tipo de estudios en otras zonas sobre el rendimiento del cultivo, el uso y dosificación del fertirriego en productos de importancia económica y de exportación; para que instituciones y agricultores tengan fuentes de información específica, para así evaluar las limitaciones o efectos de estos recursos en un rendimiento óptimo.

BIBLIOGRAFIA

- Agroguías (1.999). Recomendaciones de fertilización. pág.1.
www.agroguías.com.ar/fertilización.htm.
- Del Amor, F., León, A., Torrecillas, A.,(1.984). Guía Práctica para el Riego y la Fertilización de los Cítricos. Ed. Caja Rural Central. Orihuela.
- El Agro. (1.996). Criterios Básicos; La Fertilización del Mango. Ed. Rocafuerte año 2 no.8. Guayaquil - Ecuador. Pág. 15.
- Franciosi, T.R. (1.991). Cultivo del Mango en el Perú. Publicación auspiciada por el Instituto de Comercio Exterior del Perú y el Banco Continental. Lima –Perú. Págs. 7-9.
- Galán, V. (1.990). Los Frutales en los Subtropicos, Aguacate, Mango, Litchi, Longán. Ed. Mundi – Prensa. Madrid – España. Págs.65-76.
- Magrimax. (1.997). Folleto de familiarización de servicio. Magrimax Ecuatoriana S.A. Empresa Multinacional Andina. Pág. 1.
- Mata, I., Mosqueda, R. (1.995). La Producción del Mango en México. Uteha – Noriega. Ed. Limusa. México. Págs.61 –63.
- Monteiro, J., Fernandes, F. (1.995). Informacoes Técnicas Sobre A Cultura Da Manga No Semi-Árido Brasileiro. Embrapa. Brasil. Pág. 47.

- Mora, J. 1997. Guía del Cultivo del Mango. www.infoagro.go.cr/tecnología/mango.htm Págs. 1-2.
- Natahn, R.(1.994). La fertilización combinada con el Riego. Asociación Israelí de Cooperación Internacional. Estado de Israel, Ministerio de Agricultura. Págs. 1-5.
- Proaño, J., Shany, M.(1.995). Manual Agrotécnico de los Principales Cultivos Hortícolas en la Península de Santa Elena. Ed. Nueva Luz. Pág.61.
- Proexant, Promoción de Exportaciones Agrícolas no Tradicionales.(1.992). Manual del Mango. Nuevos Productos de Exportación. Ed. Universal. Quito – Ecuador. Págs. 18-59.
- Terranova.(1.995). Enciclopedia Agropecuaria. Ed. Terranova. Bogotá – Colombia. Págs. 213-215.