

Efecto de un bioestimulante sobre la producción de mango (*Mangifera indica* L.)

Effect of a biostimulant on mango (*Mangifera indica* L.) production

José E. Monge-Pérez^{1*}, Michelle Loría-Coto²

¹ Finca Experimental Interdisciplinaria de Modelos Agroecológicos, Universidad de Costa Rica, Costa Rica

² Escuela de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Estatal a Distancia, Costa Rica

*Autor de correspondencia: jose.mongeperez@ucr.ac.cr

RESUMEN. Objetivos: evaluar el efecto de la aplicación de un bioestimulante sobre la producción de mango (*Mangifera indica* L.). Metodología: El ensayo se realizó en Liberia, Costa Rica, en el año 2017. Se aplicó el bioestimulante Engordone® en 18 árboles de la variedad Irwin, y a otros 18 árboles no se le realizó dicha aplicación (tratamiento testigo). A la cosecha, los frutos se clasificaron en: exportable, rechazo o inmaduro. Se evaluó el número de frutos por árbol, el rendimiento por árbol (kg), el peso promedio del fruto (g), y la longitud, ancho y grosor del fruto exportable. Resultados: No se presentaron diferencias significativas para el número de frutos por árbol ni el rendimiento por árbol. Los frutos del tratamiento testigo mostraron un mayor peso promedio, en comparación con los que recibieron el bioestimulante. Los frutos exportables del tratamiento testigo tuvieron un ancho y un grosor significativamente superior a los frutos exportables del tratamiento de bioestimulante. Conclusiones: La aplicación del bioestimulante provocó una disminución en el peso promedio del fruto, y en el ancho y el grosor de los frutos exportables de mango.

Palabras clave. *Anacardiaceae*, bioestimulante, fruto, *Mangifera indica*, rendimiento.

ABSTRACT. Objectives: evaluate the effect of the application of a biostimulant on mango (*Mangifera indica* L.) production. Methodology: The trial was carried out in Liberia, Costa Rica, in 2017. Engordone® biostimulant was applied to 18 trees of the Irwin variety, and this application was not carried out on another 18 trees (control treatment). At harvest, the fruits were classified as exportable, rejected or immature. The number of fruits per tree, the yield per tree (kg), the average weight of the fruit (g), and the length, width and thickness of the exportable fruit were evaluated. Results: There were no significant differences for the number of fruits per tree or the yield per tree. The fruits of the control treatment showed a higher average weight, compared to those that received the biostimulant. The exportable fruits of the control treatment had a width and thickness significantly greater than the exportable fruits of the biostimulant treatment. Conclusions: The application of the biostimulant caused a decrease in the average weight of the fruit, and in the width and thickness of the exportable mango fruits.

Keywords. *Anacardiaceae*, biostimulant, fruit, *Mangifera indica*, yield.

1. Introducción

El mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta tropical originaria del sudeste de la India y sus islas circunvecinas, y su cultivo inició hace 4,000 años [1]. En el mundo se producen alrededor de 14 millones de toneladas de mango por año, distribuidas en 111 países productores de esta fruta; México y Brasil son los

principales exportadores a nivel mundial [2]. El mango se caracteriza por producir frutos de excelente calidad, por lo que es una de las especies de frutas tropicales más importante [3].

En Costa Rica, la producción y exportación de mango se da principalmente en las regiones Chorotega y Pacífico Central. Entre las variedades más cultivadas se

encuentran Keitt, Palmer, Tommy Atkins, Cavallini, Kent, Mora, Irwin y Haden (rojo), entre otras [2].

Esta es una fruta tropical que se destaca por su particular aroma y sabor, y tiene amplia aceptación, demanda creciente, y precios razonables en los mercados internacionales. Sin embargo, muchas veces se dificulta el acceso a estos mercados debido a que las características de los frutos no cumplen con las normas de calidad requeridas, y porque el rendimiento por área es bajo [4] [5].

Para la comercialización internacional del mango, es muy importante el peso del fruto; el mercado de EEUU prefiere frutos entre 250 y 600g, mientras que el mercado europeo prefiere frutos de 250 a 750g [3] [1] [6] [7] [8]. Se considera que los frutos pequeños son aquellos con un peso inferior a 250g; los medianos tienen un peso entre 250 y 350g; los grandes pesan entre 350 y 500g; y los muy grandes superan los 500g [8]. Entre los factores que pueden influenciar el tamaño del fruto de mango están: variedad genética, el número de frutos por planta, la competencia entre órganos en desarrollo, disponibilidad de agua, y temperatura, entre otros [9].

En mango, el sabor, el rendimiento de pulpa, y la textura de la pulpa, son características muy importantes para la preferencia del consumidor de mango, mientras que para el productor también es importante que la variedad tenga buenas características de cultivo, como rendimiento, tolerancia a plagas y enfermedades, entre otras [8].

La variedad de mango Irwin tiene árboles de porte mediano (5-10m de altura), presenta frutos de forma elíptica, con una cáscara lisa, amarilla con abundante tonalidad rojizo púrpura y cierta coloración verde en el ápice, de pulpa gruesa de color amarillo con tendencia anaranjada, de fibra media, y con un sabor dulce y aroma moderado [10] [11], lo que ha colaborado para que esta variedad haya obtenido una alta preferencia de parte de los consumidores de esta fruta [12]. Entre las alternativas para incrementar la productividad del cultivo en el trópico se destaca la selección de cultivares con una baja tasa de crecimiento o porte bajo, tal como el Irwin [13] [10].

Los bioestimulantes, o también llamados bioactivadores, consisten en mezclas de betaína, metionina, prolina, glicina y otros aminoácidos, así como macroelementos y microelementos; su función es como fertilizante, y son absorbidos vía foliar o radical. Otros

componentes pueden ser vitamina B, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, y dosis pequeñas de reguladores de crecimiento como citoquininas y auxinas. Los bioestimulantes aportan nutrientes de fácil disponibilidad para las plantas que, al ser aprovechados rápidamente, funcionan como activadores del metabolismo vegetal, por lo que se recomienda usarlos junto con fertilizantes minerales [14].

La fotosíntesis no afecta la absorción de los bioactivadores, sino que ellos son transportados desde la epidermis a los tejidos conductores, con un pequeño gasto energético, y así forman parte de los compuestos de la planta [15].

Los bioactivadores promueven el metabolismo vegetal, y también hacen un aporte nutricional, pues muchas veces contienen alrededor de un 2% de aminoácidos, y al menos 6% de potasio, fósforo y nitrógeno. Las funciones de los bioestimulantes son suministrar macroelementos y microelementos, sin el gasto energético, además de aumentar la tolerancia al estrés hídrico; asimismo, el aporte del aminoácido triptófano ayuda en la producción de AIA (auxina), y esto contribuye con el desarrollo radical [16].

En el cultivo de tomate, la aplicación de un bioactivador provocó un incremento en el número de frutos cuajados y su grosor; la aplicación de ese producto también provocó un aumento entre 7.5 y 13.9% en el rendimiento de varios cultivos, comparado con el testigo [15].

La respuesta de la planta a la aplicación de un bioactivador depende de la composición del producto, y esa respuesta suele ser muy variable. Para el caso de estos productos, cuya formulación comprende microelementos (Zn, Mo, Mn y B), macroelementos (P y K), auxinas, citoquininas y giberelinas, vitaminas, hidratos de carbono, y proteínas, existe la posibilidad de que las concentraciones de dichos reguladores de crecimiento en el bioactivador sean relativamente bajas como para no producir un efecto significativo sobre el cultivo [17].

Se ha propuesto que se requiere que la planta se encuentre bajo una situación de estrés, para que se evidencie el efecto de un bioestimulante sobre ella, pues de lo contrario muchas veces no se manifiesta esa reacción positiva en precocidad o rendimiento [18]. Se han desarrollado investigaciones sobre el efecto de los

bioactivadores en varios cultivos en Costa Rica [19] [20] [21] [22] [23] [24] [25].

El Engordone® es un bioestimulante que favorece la producción de proteínas y enzimas, las que promueven la división celular y el crecimiento vegetal. Este producto actúa como transportador de nutrientes desde otras partes de la planta hacia el fruto, para concentrar fotoasimilados y colaborar en el engorse del fruto. Este producto contiene potasio (32.0%), fósforo (25.0%), molibdeno (0.4%), boro (0.2%), zinc (0.1%), y manganeso (0.1%), además de giberelinas (0.9%), citoquininas (0.1%), auxinas (0.9%), y proteínas, carbohidratos, antioxidantes naturales, y vitaminas (B12, B6, B1 y A) [26].

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación del bioestimulante Engordone® sobre la producción de mango.

2. Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en la empresa Manga Rica S. A., ubicada en Barrio La Cruz, Liberia, Guanacaste, Costa Rica; la finca está situada a una altitud de 145msnm. El ensayo se realizó durante los meses de enero a mayo del año 2017.

Se seleccionó un lote de producción comercial de mango (*Mangifera indica* L.) de la variedad Irwin, sembrado a una densidad de 147 árboles por hectárea, y se dividió en dos secciones de igual tamaño; en una de estas secciones se procedió a aplicar el bioestimulante Engordone®, y la otra sección se utilizó como tratamiento testigo. En cada una de estas secciones se seleccionaron en forma aleatoria 18 árboles, los cuales se marcaron con cintas plásticas. Cada árbol constituyó una unidad experimental, por lo que se contó con 18 repeticiones por tratamiento. Todas las demás labores de cultivo se realizaron de igual forma en ambas secciones (fertilización, aplicación de fungicidas e insecticidas, riego, aplicación de nitrato de potasio como inductor floral, etc.).

En el tratamiento con el bioestimulante, se aplicó el Engordone® en dos ocasiones, a una dosis de 0.5g/L, y con un volumen de aplicación de 2,000L/ha, mediante el uso de una bomba de motor de tipo radial marca Jacto, acoplada a un tractor; la primera aplicación se realizó cuando los frutos tenían una circunferencia promedio de 5cm, y la segunda aplicación se hizo 6 semanas después de la primera.

Se realizaron tres cosechas en el lote; en las dos primeras se cosecharon únicamente los frutos sazones, y en la tercera se cosecharon absolutamente todos los frutos

que quedaban en el árbol (inmaduros y sazones); los inmaduros se contabilizaron por aparte. Para todas las variables se consideró únicamente los frutos sazones, excepto para la variable d), que incluyó única y explícitamente los frutos inmaduros.

Las variables evaluadas fueron:

a) Número total de frutos por árbol: se contabilizó el número total de frutos producidos por árbol, en las tres cosechas realizadas, y se obtuvo el promedio.

b) Número de frutos exportables por árbol: se contabilizó el número total de frutos exportables producidos por árbol, en las tres cosechas realizadas, y se obtuvo el promedio.

c) Número de frutos de rechazo por árbol: se cuantificó el número total de frutos de rechazo (pequeños y/o deformes) producidos por árbol, en las tres cosechas realizadas, y se obtuvo el promedio.

d) Número de frutos inmaduros por árbol: se contabilizó el número total de frutos inmaduros producidos por árbol, que estaban presentes al momento de la tercera (última) cosecha, y se obtuvo el promedio.

e) Rendimiento total de frutos por árbol (kg): se midió el peso total de los frutos producidos por los 18 árboles, y se dividió entre 18 para obtener el promedio por árbol.

f) Rendimiento exportable de frutos por árbol (kg): se cuantificó el peso total de los frutos exportables producidos por los 18 árboles, y se dividió entre 18 para obtener el promedio por árbol.

g) Rendimiento de frutos de rechazo por árbol (kg): se midió el peso total de los frutos de rechazo producidos por los 18 árboles, y se dividió entre 18 para obtener el promedio por árbol.

h) Peso promedio del fruto (g): se obtuvo al dividir el peso total de la producción de los 18 árboles, entre el número total de frutos producidos.

i) Peso promedio del fruto exportable (g): se obtuvo al dividir el peso total de la producción exportable de los 18 árboles, entre el número total de frutos producidos.

j) Peso promedio del fruto de rechazo (g): se obtuvo al dividir el peso total de la producción de rechazo de los 18 árboles, entre el número total de frutos producidos.

k) Longitud del fruto exportable (cm): se midió esta característica en 124 frutos exportables por tratamiento, y se obtuvo el promedio.

l) Ancho del fruto exportable (cm): se midió esta característica en 124 frutos exportables por tratamiento, y se obtuvo el promedio.

m) Grosor del fruto exportable (cm): se midió esta característica en 124 frutos exportables por tratamiento, y se obtuvo el promedio.

Se consideraron como frutos exportables aquellos que tenían un grado de madurez adecuado, que cumplieran con un peso mínimo para exportación (250g), y que no presentaban deformaciones; mientras que se consideraron como frutos de rechazo los deformes, los que tenían un peso menor a 250g, o los que presentaban manchas por látex, daños por antracnosis, o heridas en la cáscara, entre otros.

Además, se clasificó cada árbol según su nivel de producción total de frutos en cuatro categorías: 1) Sin frutos; 2) 1-10 frutos/árbol; 3) 11-100 frutos/árbol; y 4) 101-300 frutos/árbol. A partir de esos datos, se contabilizó el número de árboles por cada categoría, y se calculó el porcentaje de árboles por categoría.

Para determinar el peso de los frutos se utilizó una balanza marca Ocony, modelo TH-I-EK, con una capacidad de $5,000.0 \pm 0.1g$. Para medir la longitud, ancho y grosor de los frutos exportables se utilizó un calibrador electrónico marca Pittsburgh con una capacidad de $154.5 \pm 0,1mm$.

Para el análisis de los datos de todas las variables (excepto la distribución de árboles según su nivel de producción total), se realizó una prueba t de Student bilateral ($p \leq 0.05$) para comparar las medias de los tratamientos.

3. Resultados y discusión

En la tabla 1 se presentan los resultados para el número de frutos por árbol.

Tabla 1. Número de frutos por árbol, según tratamiento.

| Tratamiento | Número de frutos por árbol | | | |
|---------------|----------------------------|------------|---------|-----------|
| | Total | Exportable | Rechazo | Inmaduros |
| Engordone® | 78.78 a | 41.50 a | 37.28 a | 27.33 a |
| Testigo | 63.61 a | 38.28 a | 25.33 a | 22.67 a |
| Variación (%) | 23.8 | 8.4 | 47.2 | 20.6 |

Nota: Medias seguidas de una misma letra no se consideran distintas, según la prueba de t de Student ($p \leq 0.05$).

Los árboles que recibieron el tratamiento con Engordone® produjeron una mayor cantidad de frutos totales que los árboles del tratamiento testigo (23.8% más); lo mismo sucedió con el número de frutos exportables por árbol (8.4% más), el número de frutos de rechazo por árbol (47.2% más), y el número de frutos inmaduros por árbol (20.6% más). Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las cuatro variables.

En un estudio en el Valle de San Francisco, en Brasil, el número de frutos producidos por árbol por año en la variedad Irwin varió entre 232 y 1,286, a lo largo de cinco años, con un promedio de 1,008 frutos/árbol/año [27]. En Venezuela, se obtuvo 351 frutos/árbol para esta variedad; entre ocho variedades, Irwin fue la que produjo la mayor cantidad de frutos por árbol, pero también fue una de las que obtuvo el menor peso promedio del fruto [28]. En otro ensayo, la variedad Irwin produjo entre 196 (en fase de crecimiento) y 365 frutos/árbol (en fase de producción) [10]. Y otros autores informaron que el número promedio de frutos por planta para la variedad Irwin fue de 196 frutos para árboles en crecimiento (2-8 años de edad), 323 para árboles en plena producción (10-16 años), 365 para árboles en producción (18-28 años), y 105 para árboles en senescencia (más de 32 años) [11]. En comparación con esos autores, en el presente ensayo se obtuvo una producción de frutos por árbol muy bajo.

En la tabla 2 se presentan los resultados para el rendimiento por árbol.

Tabla 2. Rendimiento por árbol, según tratamiento.

| Tratamiento | Rendimiento por árbol (kg) | | |
|---------------|----------------------------|------------|---------|
| | Total | Exportable | Rechazo |
| Engordone® | 23.22 a | 12.06 a | 11.16 a |
| Testigo | 20.02 a | 11.93 a | 8.09 a |
| Variación (%) | 16.0 | 1.1 | 37.9 |

Nota: Medias seguidas de una misma letra no se consideran distintas, según la prueba de t de Student ($p \leq 0.05$).

Los árboles que recibieron el tratamiento con Engordone® produjeron un mayor rendimiento total por árbol en comparación con el testigo (16.0% más); lo mismo sucedió con el rendimiento exportable (1.1% más), y con el rendimiento de rechazo (37.9% más). Sin embargo, no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos para ninguna de las tres variables.

En Venezuela, se obtuvo 116.9 kg/árbol para la variedad Irwin; entre ocho variedades, Irwin fue la que produjo la mayor cantidad de kg/árbol [28]. En otro ensayo, esta variedad produjo entre 68 kg/árbol (en fase de crecimiento) y 125 kg/árbol (en fase de producción) [10]. Según esos estudios, en forma comparativa, el rendimiento obtenido en el presente ensayo fue muy bajo.

En la tabla 3 se presentan los resultados para el peso promedio del fruto.

Tabla 3. Peso promedio del fruto, según tratamiento.

| Tratamiento | Peso promedio del fruto (g) | | |
|---------------|-----------------------------|------------|----------|
| | Total | Exportable | Rechazo |
| Engordone® | 297.16 a | 302.16 a | 298.09 a |
| Testigo | 345.66 b | 347.44 b | 345.29 b |
| Variación (%) | -14.0 | -13.0 | -13.7 |

Nota: Medias seguidas de una misma letra no se consideran distintas, según la prueba de t de Student ($p \leq 0.05$).

El peso promedio de los frutos fue significativamente menor en el tratamiento con Engordone®, en comparación con el tratamiento testigo, tanto a nivel total, como en los frutos exportables y los de rechazo (entre 13 y 14% menos de peso).

Unos autores obtuvieron un peso promedio del fruto de la variedad Irwin de 400.5g [29]. En Venezuela, se obtuvo un peso promedio de 363 g/fruto para esta variedad [28]. En otro ensayo, la variedad Irwin obtuvo un peso promedio del fruto de 385.8g [27]. Otros investigadores informaron que la variedad Irwin tiene frutos con un peso promedio de 366.49g [5]. En forma comparativa con esos autores, el peso promedio del fruto obtenido en el presente ensayo fue menor, especialmente en el tratamiento con Engordone®. Sin embargo, los resultados obtenidos en el presente trabajo sí son similares a los hallados en otra investigación, en la cual se encontró que esta variedad produjo un fruto grande, de $345.80 \pm 45.67g$ [10].

Los resultados obtenidos en el presente ensayo sugieren que el Engordone® mejoró el cuaje de frutos, y redujo el aborto de los mismos. Se conoce que el porcentaje de cuaje de frutos en mango es sumamente bajo; en una evaluación con tres cultivares de mango, se halló que el cuaje de frutos, entre los 64 y 83 días después de la plena floración, varió entre 0.11 y 0.40% [30]. Sin embargo, según esta hipótesis, este aumento en el cuaje de frutos causó que el peso promedio de los mismos fuera significativamente menor que en el testigo.

En la tabla 4 se presentan los resultados para las características morfológicas del fruto exportable. Los resultados indican que las características morfológicas de longitud, ancho y grosor de los frutos exportables fueron ligeramente menores en los árboles que recibieron la aplicación de Engordone® con respecto a los árboles del tratamiento testigo (entre 3.4 y 3.8% menos), y estas diferencias fueron significativas para el ancho y el grosor del fruto.

Tabla 4. Características morfológicas del fruto exportable, según tratamiento.

| Tratamiento | Características morfológicas del fruto exportable | | |
|---------------|---|------------|-------------|
| | Longitud (cm) | Ancho (cm) | Grosor (cm) |
| Engordone® | 10.98 a | 7.64 a | 6.81 a |
| Testigo | 11.37 a | 7.91 b | 7.08 b |
| Variación (%) | -3.4 | -3.4 | -3.8 |

Nota: Medias seguidas de una misma letra no se consideran distintas, según la prueba de t de Student ($p \leq 0.05$).

Unos autores hallaron que la variedad Irwin produjo frutos con las siguientes dimensiones: $11.79 \pm 0.50cm$ de longitud; $7.53 \pm 0.38cm$ de ancho; y $7.09 \pm 0.36cm$ de grosor [10]; los resultados obtenidos en el presente ensayo se acercan a dichos datos, excepto en la longitud de los frutos del tratamiento con Engordone®, que fueron menores.

Otros autores informaron que la variedad Irwin presentó frutos con una longitud de 12.31cm y un ancho de 7.82cm [5]; en el presente ensayo la longitud del fruto fue menor que lo encontrado por dichos autores.

En la tabla 5 se presentan los resultados para la distribución de los árboles según su nivel de producción total. En el tratamiento con Engordone® se presentó una mayor proporción de árboles sin frutos, de árboles con 11-100 frutos, y de árboles con 101-300 frutos, en comparación al tratamiento testigo. Por otra parte, el testigo mostró una mayor proporción de árboles con 1-10 frutos, en relación al tratamiento con Engordone®.

Tabla 5. Distribución de los árboles según su nivel de producción total, según tratamiento.

| Tratamiento | Distribución de los árboles según su nivel de producción total (número de árboles y porcentaje, por categoría) | | | |
|-------------|--|-------------------|---------------------|----------------------|
| | Sin frutos | 1-10 frutos/árbol | 11-100 frutos/árbol | 101-300 frutos/árbol |
| Engordone® | 4 (22.2) | 1 (5.6) | 7 (38.9) | 6 (33.3) |
| Testigo | 2 (11.1) | 5 (27.8) | 6 (33.3) | 5 (27.8) |

Nota: Los números entre paréntesis corresponden al porcentaje.

En general, se observa que un alto porcentaje de los árboles de la finca producen menos de 10 frutos por árbol (27.8% de los árboles en el tratamiento con Engordone®, y 38.9% de los árboles en el tratamiento testigo), lo que claramente representa un rendimiento muy pobre; la mayoría de esos árboles no estaban bien desarrollados e

inclusive algunos parecían estar enfermos. Este resultado se puede deber a algún problema abiótico, tal como desbalances o deficiencias nutricionales, compactación del suelo, altas temperaturas, etc., o también se podría deber a que en este año en particular la producción fuera muy baja, pues se ha informado que la variedad Irwin muestra una tendencia a presentar producciones alternas o irregulares [27]. Se ha informado que en el cultivo de mango, la producción presenta una alternancia, donde un año de buena cosecha es seguido por otro o varios de menor cosecha; entre los factores que causan esta alternancia están las variables de clima (actuales y pasadas) a las que han estado expuestos los árboles; se han presentado diferencias en rendimiento entre 3 a 45 ton/ha en diversas áreas geográficas [31]. Tampoco se puede descartar algún problema biótico que esté afectando a estos árboles con poca o nula producción.

En resumen, el bioestimulante Engordone® provocó una mayor producción total de frutos por árbol (78.78 contra 63.61 frutos por árbol en el testigo, para un 23.8% de variación), aunque el peso promedio del fruto fue significativamente menor (14% menos) debido aparentemente al mayor cuaje de frutos; ya se ha informado que el número de frutos por planta afecta el tamaño (y el peso) del fruto de mango [9]. Por otra parte, el aumento en el número de frutos exportables obtenido en el tratamiento con Engordone® fue de solo 8.4% en comparación con el testigo, y no hubo diferencias significativas entre ellos.

En Costa Rica, se ha informado que la aplicación de Engordone® en melón de exportación provocó un mayor tamaño de los frutos [32].

Por otra parte, en una investigación realizada en el cultivo de melón en invernadero en Costa Rica, las plantas tratadas con Engordone® produjeron frutos con un peso menor, en comparación con los frutos del tratamiento testigo, pero esto se debió a que ese tratamiento también presentó un mayor número de frutos por planta en comparación con el testigo [19]. En el presente ensayo se presentó un fenómeno similar, de aumento en el número de frutos por árbol, junto con la disminución en el peso promedio del fruto. Por esta razón, la aplicación de Engordone® debería coincidir con una fertilización foliar suplementaria con potasio, para contribuir con el llenado de los frutos, y así lograr un mayor peso promedio del fruto.

4. Conclusiones

No se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento con Engordone® y el testigo, en la cantidad de frutos por árbol y el rendimiento.

El tratamiento con Engordone® causó una reducción significativa en el peso promedio del fruto de mango, así como en el ancho y el grosor de los frutos, en comparación con el testigo.

En futuras evaluaciones, se recomienda incluir un tratamiento de Engordone® más fertilización foliar suplementaria con potasio, con el fin de propiciar un mejor llenado de los frutos.

Un alto porcentaje de los árboles de la finca producen menos de 10 frutos por árbol (entre 27.8 y 38.9%), lo que claramente representa un rendimiento muy pobre, y evidencia algún problema biótico o abiótico que estaba afectando en forma importante la producción en ese momento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo recibido por parte de la gerencia y el personal de la empresa Manga Rica S. A., así como la colaboración brindada por parte de las empresas Lida Plant Research S. L. y Rauco S. A., para la realización de este trabajo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

CONTRIBUCIÓN Y APROBACIÓN DE LOS AUTORES

J.E.M.P. se encargó del trabajo de campo, recolección y análisis de datos, y redacción del documento.

M.L.C. se encargó del análisis de datos, y redacción del documento.

Todos los autores afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

REFERENCIAS

- [1] R. P. d. Silva, M. A. C. d. Lima, T. P. Ribeiro, D. C. G. d. Trindade, A. Amariz e F. P. L. Neto, "Caracterização dos frutos de variedades do banco ativo de germoplasma de mangueira da Embrapa Semi-Árido," 2009.
- [2] Ministerio de Agricultura y Ganadería, Caracterización agrocadena de mango, San José, Costa Rica: Comité Técnico Regional, Región Pacífico Central, 2007, p. 54.

- [3] N. C. Ristow, S. R. Rosatti, F. C. Santos e M. A. C. De Lima, "Caracterização física de frutos de acessos de mangueira de diferentes origens do banco ativo de germoplasma da Embrapa Semiárido," em 22º Congresso Brasileiro de Fruticultura, 22-26 outubro, Memórias, Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil, 2012.
- [4] L. Avilán, "Fertilización del mango en el trópico," International Plant Nutrition Institute, 2009.
- [5] R. Ramírez, O. Quijada, G. Castellano, M. E. Burgos, R. Camacho e C. Marín, "Características físicas y químicas de frutos de trece cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) en el municipio Mara en la planicie de Maracaibo," *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, vol. 10, nº 2, pp. 65-72, 2010.
- [6] A. C. d. Q. Pinto, V. H. V. Ramos e J. N. Dias, Avaliação de cultivares e seleções híbridas de manga em áreas de Cerrado, Planaltina, D. F., Brasil: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Cerrados, 2004, p. 20.
- [7] S. R. Rosatti, R. P. d. Silva, N. C. Ristow e M. A. C. De Lima, "Caracterização física de frutos de acessos de mangueiras de diferentes origens," em 3º Simpósio Brasileiro de Pós-colheita de Frutas, Hortaliças e Flores, Memórias, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil, 2011.
- [8] J. A. Galli, M. D. Michelotto, L. C. P. Silveira e A. L. M. Martins, "Qualidade de mangas cultivadas no Estado de São Paulo," *Bragantia*, vol. 67, nº 3, pp. 791-797, 2008.
- [9] J. C. M. Rufini, E. R. Galvão, L. Prezotti, M. B. d. Silva e R. A. d. C. Parrella, "Caracterização biométrica e físico-química dos frutos de acessos de manga 'Ubá'," *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 33, nº 2, pp. 456-464, 2011.
- [10] E. Soto, L. Avilán, E. Unai, M. Rodríguez e J. Ruiz, "Comportamiento y características de algunos cultivares promisorios de mango," *Agronomía Tropical*, vol. 54, nº 2, pp. 179-201, 2004.
- [11] L. Avilán, I. Dorantes e M. Rodríguez, "Selección de cultivares de mango para el comercio de frutos frescos de la colección del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Período 1952-1996," *Agronomía Tropical*, vol. 48, nº 2, pp. 107-134, 1998.
- [12] J. Calatrava, M. C. González e E. Guirado, "Spanish consumer preferences for mango cultivars: a taste testing analysis," *Acta Horticulturae*, vol. 455, pp. 840-844, 1997.
- [13] A. W. Whiley, "Environmental effects on phenology and physiology of mango - a review," *Acta Horticulturae*, vol. 341, pp. 168-176, 1993.
- [14] J. Maroto, Elementos de horticultura general, 3 ed., Barcelona, España: Mundi-Prensa, 2008, pp. 245-249.
- [15] P. Peñaloza e C. Fernández, "Mejora del rendimiento en tomate mediante bioactivadores metabólicos," *Revista de Horticultura*, vol. 155, pp. 102-104, 2001.
- [16] C. Cadahía, Fertirrigación: cultivos hortícolas, frutales y ornamentales, 3 ed., Barcelona, España: Mundi-Prensa, 2005, p. 131.
- [17] M. Torres, "Evaluación de frecuencia y dos concentraciones de aplicación de bioestimulante (BIOZYME) en la floración de berenjenas (*Solanum melongena* L.) para reducir los costos del cultivo," Universidad de Chile, Santiago, Chile, 2013.
- [18] E. Oyanedel, "Bioestimulantes y su utilidad en la nutrición de los cultivos," Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile, 2013.
- [19] T. Alvarado-Sánchez e J. E. Monge-Pérez, "Efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y la calidad de melón (*Cucumis melo* L.) bajo cultivo protegido en Costa Rica," *Tecnología en Marcha*, vol. 28, nº 4, pp. 15-25, 2015. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2439/2225
- [20] J. C. Loáiciga-Arias, J. E. Monge-Pérez e M. Loría-Coto, "Efecto de dos porcentajes de drenaje y de un bioestimulante en pepino (*Cucumis sativus*) producido bajo invernadero," *Tecnología en Marcha*, vol. 36, nº 4, pp. 31-44, 2023. https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/6298/6706
- [21] J. E. Monge-Pérez, J. C. Loáiciga-Arias e M. Loría-Coto, "Evaluación de AlgamiX y dos porcentajes de drenaje en chile dulce (*Capsicum annuum*) cultivado en invernadero," *InterSedes*, vol. 24, nº 50, pp. 257-281, 2023. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/51681/56382>
- [22] J. E. Monge-Pérez e M. Loría-Coto, "Aplicación foliar de caolinita y *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis en chile dulce (*Capsicum annuum* L.)," *Avances en Investigación Agropecuaria*, vol. 26, pp. 121-133, 2022. <https://revistasacademicas.ucol.mx/index.php/agropecuaria/article/view/426/317>
- [23] J. E. Monge-Pérez, M. Loría-Coto e P. Oreamuno-Fonseca, "Efecto de un biol sobre las características del suelo y la producción de brotes en pitahaya (*Hylocereus* sp.)," *Cuadernos de Investigación UNED*, vol. 14, nº 1, pp. 1-9, 2022. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/view/3836/5610>
- [24] W. Salazar-Salazar, J. E. Monge-Pérez e M. Loría-Coto, "Aplicación foliar de fertilizantes y extracto de algas en pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero," *Avances en Investigación Agropecuaria*, vol. 26, pp. 177-189, 2022. <https://revistasacademicas.ucol.mx/index.php/agropecuaria/article/view/753/708>
- [25] W. Salazar-Salazar, J. E. Monge-Pérez e M. Loría-Coto, "Aplicación foliar de extracto de algas y fertilizantes en pimiento (*Capsicum annuum*)," *Cuadernos de Investigación UNED*, vol. 14, nº 2, pp. 1-12, 2022. <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/cuadernos/article/view/4299/6125>
- [26] Lida Plant Research, "Engordone, crecimiento energético para el crecimiento del fruto," Valencia, España, 2010.

- [27] R. F. d. M. Nunes, J. M. M. Sampaio e J. A. Rodrigues, Comportamento da mangueira (*Mangifera indica* L.) sob irrigação na região do Vale do São Francisco, Petrolina, Brasil: Circular técnica 66, Embrapa Semi-Árido, 2001, p. 8.
- [28] O. Quijada, B. Herrero, M. Matheus, G. Castellano, R. Camacho e C. González, “Evaluación de variedades de mango (*Mangifera indica* L.) en la altiplanicie de Maracaibo. II. Producción y eficiencia productiva,” *Revista Facultad de Agronomía (LUZ)*, vol. 21, n° Supl. 1, pp. 253-261, 2004.
- [29] D. F. P. d. Silva, D. L. d. Siqueira, A. Rocha, L. C. C. Salomão, R. G. P. Matias e T. B. Struiving, “Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos,” *Revista Ceres*, vol. 59, n° 2, pp. 225-232, 2012.
- [30] E. Bastías, H. Escobar, A. Leiva, T. Torres e P. Córdova, “Estudio fenológico, calidad del fruto y productividad inicial de tres cultivares de mango (*Mangifera indica* L.), en el valle de Azapa, I Región (Chile),” *Idesia*, vol. 13, pp. 49-62, 1994.
- [31] J. R. Gamboa-Porras e W. Marín-Méndez, “Fenología, producción y contenido de almidón en árboles de mango en Guanacaste, Costa Rica,” *Agronomía Mesoamericana*, vol. 23, n° 1, pp. 81-91, 2012.
- [32] J. E. Monge-Pérez, entrevistado, Efecto del Engordone® en melón de exportación en Costa Rica. [Entrevista]. 2018.