



## INFLUENCIA DEL ABONO ORGÁNICO EN LA MORFOLOGÍA DEL FRUTO Y LA PRODUCCIÓN DEL MANGO (*Mangifera indica* L.) VAR. KENT †

[INFLUENCE OF ORGANIC FERTIZATION ON THE FRUIT MORPHOLOGY AND PRODUCTION OF MANGO (*Mangifera indica* L.) VAR. KENT]

Henry Morocho-Romero<sup>1,2</sup>, Ricardo Peña-Castillo<sup>1</sup>, Roger Chanduvi-García<sup>1</sup>, Sandy Vilchez-Navarro<sup>1,2</sup>, Marcos Quiroz-Calderón<sup>1</sup>, Mariano Calero-Merino<sup>1</sup>, Miguel Galecio-Julca<sup>1</sup>, Javier Javier-Alva<sup>1</sup>, Camila Cruz-Grimaldo<sup>3</sup> and Arturo Morales-Pizarro<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Piura, Campus Universitario s/n. Urb. Miraflores. Piura, Perú. Email: [dmoralesp@unp.edu.pe](mailto:dmoralesp@unp.edu.pe)

<sup>2</sup> Dirección de Supervisión y Monitoreo en las Estaciones Experimentales Agrarias, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Av. La Molina, 1981, Lima. Perú.

<sup>3</sup> Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria, Av. La Molina, 1981, Lima. Perú.

\*Corresponding author

### SUMMARY

**Background:** In Peru, the Kent variety mango, is the most exported fruit and socioeconomic interest in the country, traditionally produced under conventional fertilization; however, its productivity is affected due to the increase in production costs mainly of fertilizers. **Objective:** To evaluate the effect of the application of compost and biol on the productive variables of the mango crop var. Kent. **Methodology:** The following treatments were evaluated: T0: control; T1: compost 5 t ha<sup>-1</sup>; T2: compost 15 t ha<sup>-1</sup>; T3: biol 5%; T4: biol 10%; T5: compost 5 t ha<sup>-1</sup> + biol 5%; T6: compost 5 t ha<sup>-1</sup> + biol 10%; T7: compost 15 t ha<sup>-1</sup> + biol 5% and T8: compost 15 t ha<sup>-1</sup> + biol10%. The variables evaluated were: polar fruit diameter (DPF-mm), equatorial fruit diameter (DEF-mm), diagonal fruit diameter (DDF-mm), average growth rate per day (TCPD-mm day<sup>-1</sup>), number of fruits harvested per panicle (NFCP), fruit weight (PF-g), yield per plant (RP-kg plant<sup>-1</sup>) and yield per hectare (RHA-t plant<sup>-1</sup>). An ANOVA and cluster analysis were carried out. **Results:** Cluster analysis formed four groups: G-I (T8, T2 and T7), G-II (T1, T5 and T6), G-III (T4) and G-IV (T3 and T0). **Implications:** Organic foliar and edaphic fertilization is presented as an alternative to conventional and environmentally friendly fertilization. **Conclusion:** G-I with the highest organic fertilization presented the highest values in the variables tested. In addition, T8 outperformed the control by 132% for the RHA variable.

**Key words:** Biol; compost; mango Kent; morphometry; yield.

### RESUMEN

**Antecedentes:** En el Perú, el mango variedad Kent, es la fruta de mayor exportación e interés socioeconómico para el país, producida tradicionalmente bajo una fertilización convencional; sin embargo, su productividad se ve afectada debido al incremento de los costos de producción principalmente de los fertilizantes. **Objetivo:** Evaluar el efecto de la aplicación de compost y biol en las variables productivas del cultivo de mango var. Kent. **Metodología:** Se evaluaron los tratamientos T0: testigo; T1: compost 5 t ha<sup>-1</sup>; T2: compost 15 t ha<sup>-1</sup>; T3: biol 5%; T4: biol 10%; T5: compost 5 t ha<sup>-1</sup> + biol 5%; T6: compost 5 t ha<sup>-1</sup> + biol 10%; T7: compost 15 t ha<sup>-1</sup> + biol 5% y T8: compost 15 t ha<sup>-1</sup> + biol10%. Las variables evaluadas fueron: diámetro polar del fruto (DPF-mm), diámetro ecuatorial del fruto (DEF-mm), diámetro diagonal

† Submitted April 30, 2024 – Accepted September 2, 2024. <http://doi.org/10.56369/tsaes.5606>



Copyright © the authors. Work licensed under a CC-BY 4.0 License. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> ISSN: 1870-0462.

ORCID = Henry Morocho-Romero: <https://orcid.org/0000-0002-1520-2372>; Ricardo Peña-Castillo: <https://orcid.org/0000-0001-9366-4962>; Roger Chanduvi-García: <https://orcid.org/0000-0002-6061-3007>; Sandy Vilchez-Navarro: <https://orcid.org/0009-0002-1784-5563>; Marcos Quiroz-Calderón: <https://orcid.org/0000-0001-8543-8236>; Mariano Calero-Merino: <https://orcid.org/0000-0002-7354-4813>; Miguel Galecio-Julca: <https://orcid.org/0000-0001-8410-6205>; Javier Javier-Alva: <https://orcid.org/0000-0002-4953-8165>; Camila Cruz-Grimaldo: <https://orcid.org/0000-0002-0337-3799>; Arturo Morales-Pizarro: <https://orcid.org/0000-0003-3966-6689>

del fruto (DDF-mm), tasa de crecimiento promedio por día (TCPD-mm día<sup>-1</sup>), número de frutos cosechados por panícula (NFCP), peso de fruto (PF-g), rendimiento por planta (RP-kg planta<sup>-1</sup>) y rendimiento por hectárea (RHA-t planta<sup>-1</sup>). Se realizó un ANOVA y un análisis de conglomerados. **Resultados:** El análisis de conglomerados formó cuatro grupos: G-I (T8, T2 y T7), G-II (T1, T5 y T6), G-III (T4) y G-IV (T3 y T0). **Implicaciones:** La fertilización orgánica foliar y edáfica se presenta como alternativa a la fertilización convencional y amigable con el medio ambiente. **Conclusión:** El G-I con el mayor abonamiento orgánico presentó los mayores valores en las variables evaluadas. Además, T8 superó al testigo en un 132% para la variable RHA.

**Palabras clave:** Biol; compost; mango Kent; morfometría; rendimiento.

## INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.), es una de las frutas más comercializadas en el mundo; por lo cual, algunos autores lo califican como “Rey de las frutas del trópico” (Villamizar-Vargas *et al.*, 2019), pertenece a la familia Anacardiaceae (Sandip *et al.*, 2015). La variedad de mango Kent proviene del cruzamiento genético de dos variedades Brooks con Haden (Cartagena y Vega, 1992). Este fruto es una de las variedades más apetecibles y aceptadas por los consumidores debido a su tamaño, apariencia externa, alto contenido en azúcares y su baja cantidad de fibra en la pulpa (Osuna-García *et al.*, 2022). Además, por su alto contenido de carotenoides, principalmente  $\beta$ -caroteno, el cual le brinda una coloración amarillo-rojiza, denominada “chapa” del fruto (Capecka *et al.*, 2005).

En el Perú, el mango variedad Kent es la fruta de mayor exportación a nivel nacional, como fruta fresca o congelada (MIDAGRI, 2022). La región Piura es la principal zona productora del país, con el 68% de la producción nacional (Pizarro *et al.*, 2023). Sin embargo, los parámetros de productividad y calidad están limitados por la fertilización que recibe el árbol durante su ciclo vegetativo (González-Fuentes *et al.*, 2021). En la actualidad, el incremento en el precio de los fertilizantes y los costos de producción dificultan la sostenibilidad del cultivo, amenazando la seguridad alimentaria además de contribuir en la contaminación de los recursos naturales: agua, suelo y aire (Chanduví-García *et al.*, 2023; Galecio-Julca *et al.*, 2023; Cardoza-Viera *et al.*, 2024). Por lo antes mencionado, una fertilización orgánica realizada a partir de la degradación de insumos o desechos orgánicos (estiércol, restos de animales, desperdicios de alimentos y residuos de cosecha) es una alternativa para la mejora de la producción reduciendo los costos que esta implica (Noh *et al.*, 2015; Chanduví-García *et al.*, 2023).

Los abonos orgánicos de aplicación directa al suelo confieren una serie de beneficios a la planta, debido a que mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del edafón (Ruiz,

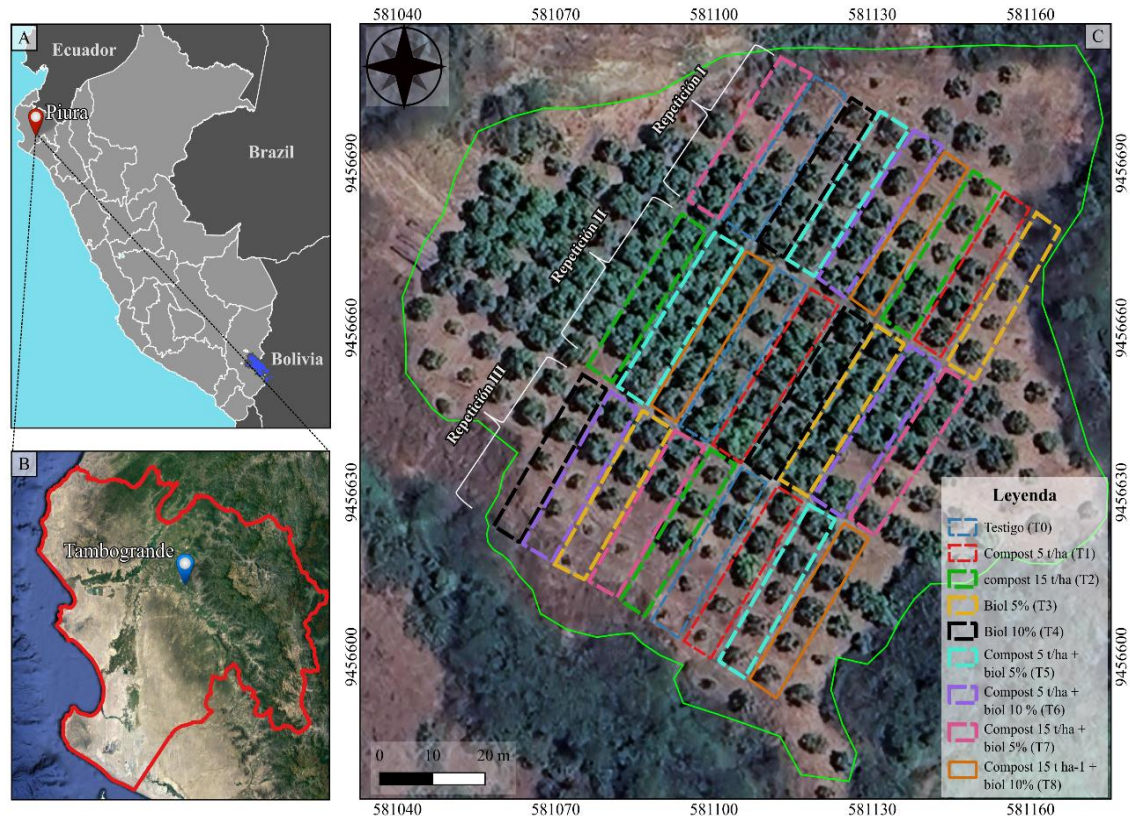
2018; Llanderal *et al.*, 2019), aportando macro y micronutrientes al complejo coloidal del suelo de forma constante (Radziemska *et al.*, 2019). Asimismo, favorecen la presencia de microorganismos benéficos en el suelo, lo que en conjunto permite a las plantas incrementar los rendimientos de materia fresca y seca (Ruiz, 2018; Morales Pizarro *et al.*, 2022; Andrade-Hoyos *et al.*, 2023). Además, la fertilización orgánica foliar se produce mediante la descomposición anaeróbica de restos animales o vegetales (INIA, 2008; Chanduví-García *et al.*, 2023), los cuales durante la escasez de oxígeno son disgregados en nutrientes de fácil asimilación por las plantas vía estomática, aumentando la vigorosidad, estimulación enzimática y resistencia (Moriwaki *et al.*, 2019; Radziemska *et al.* 2019).

Por ello, se planteó evaluar el efecto de la aplicación de compost y biol en las variables productivas del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) var. Kent durante un año. El objetivo de esta investigación fue proporcionar información detallada sobre el impacto de la fertilización orgánica en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo. Además, servirá como línea base para futuras investigaciones en la región y el país, contribuyendo a la incentivación de la mejora de prácticas agrícolas sostenibles al demostrar los beneficios de la fertilización orgánica fomentando la sostenibilidad en la agricultura y reducir los costos de producción. De esta manera, la investigación aporta significativamente a la agricultura nacional, promoviendo una transición hacia métodos más ecológicos y eficientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estudio se realizó en el distrito de Tambogrande - región Piura ubicado a 4° 54' 45" S y 80° 16' 9" W, a 96 m.s.n.m; con temperaturas mínimas de 14.0 °C y máximas de 37.5 °C. Se emplearon árboles de mango variedad Kent de 8 años, con marco de plantación de 7 x 7m. El estudio se ejecutó de septiembre del 2022 a febrero del 2023 (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación del área de estudio. A) ubicación del área de estudio en la costa norte del Perú, B) imagen satelital del distrito de Tambogrande, Piura y C) distribución del diseño experimental de la investigación.

### Análisis fisicoquímicos del suelo

Los análisis fisicoquímicos del suelo, se realizaron en el “Laboratorio de Agua, Suelos, Plantas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), Lima - Perú”; se determinó la textura: arena (68%), limo (16%), arcilla (16%); pH: 7.51; carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ): 0%; materia orgánica: 0.96%; conductividad eléctrica  $0.18 \text{ dS m}^{-1}$ ; nitrógeno 0.048%; fósforo  $25.9 \text{ mg kg}^{-1}$ ; potasio  $268 \text{ mg kg}^{-1}$  y C.I.C (capacidad de intercambio catiónico)  $10.88 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ .

### Abonos orgánicos compost y biol

En este estudio se usó el compost Nutri Suelo 3M (Soluciones Orgánicas Loma Fertil®, Las Monicas-CP7, Piura-Perú), la cual usa como base a los microorganismos eficientes de montaña (MEM) o microorganismos eficientes nativos (MEN) de la zona. El análisis microbiológico se realizó en el laboratorio mencionado de la UNALM, presentando una concentración de bacterias de  $1.02 \times 10^7$  UFC (unidades formadoras de colonia), actinomicetos con  $7.0 \times 10^5$  y hongos  $4.1 \times 10^4$  UFC.

El biol fue elaborado bajo la metodología propuesta por Chanduví-García *et al.* (2023) con ligeras modificaciones en el empleo de compost como material orgánico por estiércol de vacuno.

### Tratamientos y variables por evaluar

Los tratamientos fueron aplicados bajo dos formas de fertilización orgánica: individual y combinada. La aplicación del compost fue dirigida al suelo y el biol al follaje. Los tratamientos en estudio fueron: T0: testigo; T1: compost  $5 \text{ t ha}^{-1}$ ; T2: compost  $15 \text{ t ha}^{-1}$ ; T3: biol 5%; T4: biol 10%; T5: compost  $5 \text{ t ha}^{-1}$  + biol 5%; T6: compost  $5 \text{ t ha}^{-1}$  + biol 10%; T7: compost  $15 \text{ t ha}^{-1}$  + biol 5% y T8: compost  $15 \text{ t ha}^{-1}$  + biol 10%.

La aplicación de compost se realizó en un solo momento, cuando los frutos presentaban entre 5 a 8 cm de diámetro polar (45 a 50 días después de la aparición del primer botón floral), bajo el modo de aplicación edáfico circular en la proyección a la copa del árbol, enterrado con una pala a profundidad de 30 cm. Por otra parte, el biol fue aplicado en forma foliar en tres momentos: el primer momento coincidió con la aplicación de compost (45 a 50 días después de

la aparición del primer botón floral), el segundo momento se realizó a los 15 días de la primera aplicación y el tercer momento se realizó a los 20 días de la segunda aplicación.

Se evaluaron las siguientes variables del parámetro morfométrico del fruto: diámetro polar del fruto (DPF-mm), diámetro ecuatorial del fruto (DEF-mm), diámetro diagonal del fruto (DDF-mm) y tasa de crecimiento promedio por día (TCPD-mm día<sup>-1</sup>), y las variables del parámetro productivo: número de frutos cosechados por panícula (NFCP), peso del fruto (PF), rendimiento por planta (RP-kg planta<sup>-1</sup>), rendimiento por hectárea (RHA-t planta<sup>-1</sup>).

### Análisis estadístico

Se empleó el diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 9 tratamientos resultado de la fertilización orgánica individual y combinada con 3 repeticiones por tratamiento, cada repetición estuvo formada por 5 plantas de mango, eligiendo 3 plantas para su evaluación. Se hizo un análisis de varianza (ANOVA), y la prueba de comparación múltiple de medias de Tuckey ( $P < 0.05$ ); verificando la normalidad y homogeneidad de varianzas, mediante las pruebas de: Shapiro-Wilk y Levene, respectivamente. Se utilizó el programa SPSS Versión 25. Asimismo, se hizo un análisis de conglomerados mediante el software estadístico R.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de compost y biol

Se realizó un análisis químico y de composición nutrimental de compost Nutri suelo 3M y biol en el Laboratorio de Agua, Suelo, Plantas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la UNALM, Lima - Perú. Los resultados se presentan en la Tabla 1.

### Análisis de varianza de las variables en estudio

En el DPF, los tratamientos T8, T7, T6, T5, T2 y T1 sin diferencias significativas superando en más del 15% al testigo. El DEF, los tratamientos

T8 ( $110.88 \pm 0.91$  mm), T7 ( $107.88 \pm 0.13$  mm), T6 ( $105.73 \pm 0.99$  mm), T5 ( $104.60 \pm 0.47$  mm) y T2 ( $106.49 \pm 0.18$  mm) no presentaron diferencias significativas siendo superior al testigo ( $99.47 \pm 0.21$  mm). Para el DDF, los tratamientos T8, T7, T6, T5, T4, T2 y T1 con valores de  $127.04 \pm 6.67$  mm,  $126.32 \pm 3.84$  mm,  $124.79 \pm 0.93$  mm,  $123.56 \pm 0.90$  mm,  $118.17 \pm 1.24$  mm,  $125.83 \pm 0.56$  mm y  $122.02 \pm 0.93$  mm, respectivamente, sin diferencias significativas siendo superiores a T0 con  $106.32 \pm 10.91$  mm.

En cuanto al TCPD los tratamientos T8, T7, T6, T5, T2, T1 y T0 no presentaron diferencias significativas con valores entre  $3.91 \pm 0.03$  a  $4.39 \pm 0.03$  mm día<sup>-1</sup>. El NFCP, los tratamientos T8, T7, T6, T5, T2 y T1 sin diferencias significativas fueron estadísticamente superior a los demás tratamientos.

En el PF, los tratamientos T8, T7, T6, T5 y T2 sin diferencias significativas superaron en más del 90% al testigo. En el RP los tratamientos T8 ( $140.89 \pm 6.43$  kg planta<sup>-1</sup>), T7 ( $132.03 \pm 3.00$  kg planta<sup>-1</sup>), T6 ( $121.34 \pm 4.67$  kg planta<sup>-1</sup>) y T2 ( $129.27 \pm 2.74$  kg planta<sup>-1</sup>) sin diferencias significativas fueron superiores al testigo con  $84.92 \pm 3.92$  kg planta<sup>-1</sup>. En el RHA, los tratamientos T8, T7, T6, T5, T2 y T1 sin diferencias significativas fueron superiores en más del 60% a T0 (testigo) (Tabla 2).

En el análisis de conglomerados, los tratamientos fueron agrupados en cuatro grupos: G-I (T8, T2 y T7), G-II (T1, T5 y T6), G-III (T4) y G-IV (T3 y T0) (Figura 2). Además, en el ANOVA grupal mediante la prueba Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), el G-I (T8, T2 y T7) logró superar significativamente a los demás grupos en todas las variables evaluadas (Tabla 3). Siendo superior en más del 15% en el DPF, DEF, DDF y TCPD, y en más del 100% en el PF, RP Y RHA respecto al G-IV.

Esto concuerda con lo reportado por Silva *et al.* (2013) en el cultivo de mango variedad Tommy Atkins abonado con 10 t ha<sup>-1</sup> de compost elaborado a partir de residuos animales (estiércol caprino) y vegetales (hoja de plátano y mango) incrementando su producción a 23 t ha<sup>-1</sup>, el número de frutos por planta 449 frutos y el peso del fruto a 0.5 kg.

**Tabla 1. Análisis químico y nutrimental del compost y biol.**

Abonos orgánicos	N	P	K	Ca	Mg	Na	M.O	pH	CE
	ppm						%		
Compost	20900.0	20100.0	25600.0	44500.0	28000.0	2100.0	28.5	7.0	31.70
Biol (p/v)	1143.2	181.4	1975.0	440.0	145.0	248.0	2.14	3.1	10.54

Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na), Materia orgánica (M.O.), Potencial de hidrógeno (pH) y conductividad eléctrica (C.E.).

**Tabla 2. Variables productivas del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent.**

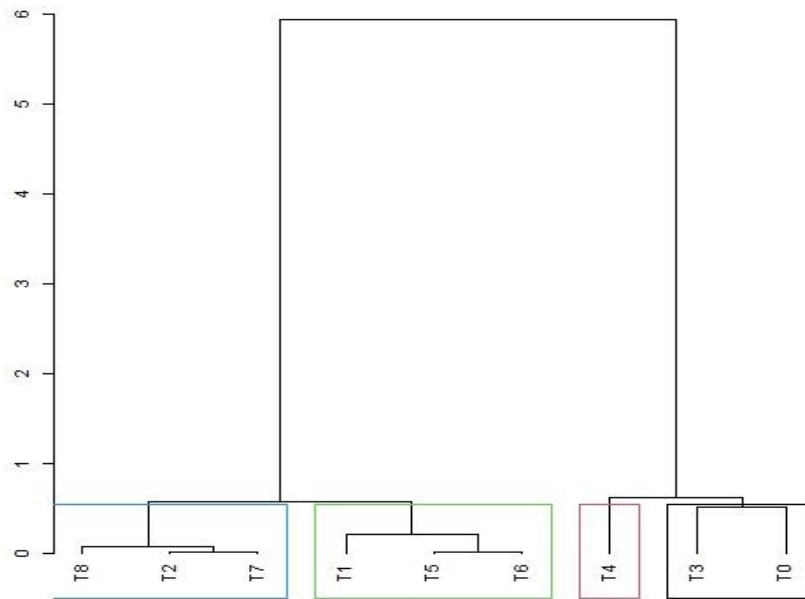
Trat.	DPF (mm)	DEF (mm)	DDF (mm)	TCPD (mm)	NFCP	PF (g)	RP (kg planta <sup>-1</sup> )	RHA (t ha <sup>-1</sup> )
T0	98.57 ± 5.55 c	99.47 ± 0.21 bc	106.32 ± 10.91 bc	3.91 ± 0.03 a	1.22 ± 0.10 bc	281.62 ± 46.51 c	84.92 ± 3.92 cd	10.00 ± 30.73 b
T1	114.56 ± 1.21 ab	99.75 ± 0.68 bc	122.02 ± 0.93 a	3.98 ± 0.04 a	1.24 ± 0.04 abc	456.48 ± 39.32 b	102.56 ± 5.51 bc	16.33 ± 5.03 ab
T2	121.99 ± 0.55 ab	106.49 ± 0.18 ab	125.83 ± 0.56 a	4.23 ± 0.01 a	1.36 ± 0.04 ab	538.61 ± 11.43 ab	129.27 ± 2.74 a	21.40 ± 2.91 a
T3	93.91 ± 6.70 c	88.05 ± 6.89 d	100.66 ± 5.20 c	2.53 ± 0.60 b	1.11 ± 0.10 c	259.40 ± 50.19 c	62.26 ± 12.04 e	8.37 ± 1.47 b
T4	112.47 ± 0.90 b	93.39 ± 3.68 cd	118.17 ± 1.24 ab	2.75 ± 0.79 b	1.22 ± 0.04 bc	439.82 ± 21.45 b	67.59 ± 11.16 de	11.01 ± 0.63 b
T5	119.78 ± 0.87 ab	104.60 ± 0.47 ab	123.56 ± 0.90 a	4.16 ± 0.03 a	1.33 ± 0.13 ab	533.38 ± 38.33 ab	103.41 ± 2.67 b	17.22 ± 4.61 ab
T6	120.98 ± 0.91 ab	105.73 ± 0.99 ab	124.79 ± 0.93 a	4.20 ± 0.03 a	1.38 ± 0.04 ab	541.99 ± 20.37 ab	121.34 ± 4.67 ab	18.35 ± 5.59 ab
T7	122.47 ± 3.73 ab	107.88 ± 0.13 a	126.32 ± 3.84 a	4.29 ± 0.04 a	1.40 ± 0.07 ab	564.03 ± 24.31 a	132.03 ± 3.00 a	21.85 ± 0.47 a
T8	123.16 ± 6.48 a	110.88 ± 0.91 a	127.04 ± 6.67 a	4.39 ± 0.03 a	1.44 ± 0.04 a	587.04 ± 26.77 a	140.89 ± 6.43 a	23.17 ± 3.51 a

(\*) letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre medias (Tuckey 0.05). Trat. = tratamientos: T0: testigo; T1: compost 5 t ha<sup>-1</sup>; T2: compost 15 t ha<sup>-1</sup>; T3: biol 5%; T4: biol 10%; T5: compost 5 t ha<sup>-1</sup> + biol 5%; T6: compost 5 t ha<sup>-1</sup> + biol 10%; T7: compost 15 t ha<sup>-1</sup> + biol 5% y T8: compost 15 t ha<sup>-1</sup> + biol 10%. Las variables evaluadas: número de frutos cosechados por panícula (NFCP), peso del fruto (PF), rendimiento por planta (RP), Rendimiento por hectárea (RH), y en el segundo grupo: diámetro polar del fruto (DPF), diámetro ecuatorial del fruto (DEF), diámetro diagonal del fruto (DDF) y tasa de crecimiento promedio por día (TCPD).

**Tabla 3. Grupos diferenciados del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent.**

Trat.	DPF (mm)	DEF (mm)	DDF (mm)	TCPD (mm)	NFCP	PF (g)	RP (kg planta <sup>-1</sup> )	RHA (t ha <sup>-1</sup> )
G-I	122.54 ± 6.23 a	108.32 ± 3.54 a	126.39 ± 4.70 a	4.30 ± 0.21 a	1.4 ± 0.49 a	563.23 ± 45.27 a	108.52 ± 11.58 a	22.14 ± 2.63 a
G-II	118.56 ± 7.04 b	103.36 ± 4.37 b	123.45 ± 3.98 b	4.11 ± 0.24 b	1.32 ± 0.47 b	510.62 ± 62.35 ab	84.79 ± 20.99 b	17.29 ± 4.47 b
G-III	112.46 ± 4.11 c	93.38 ± 3.62 c	118.17 ± 3.05 c	2.75 ± 0.67 d	1.22 ± 0.42 d	439.82 ± 38.32 ab	53.98 ± 3.21 c	11.01 ± 0.72 c
G-IV	96.24 ± 6.45 d	93.76 ± 7.84 c	103.49 ± 8.23 d	3.22 ± 0.83 c	1.16 ± 3.75 c	270.51 ± 53.74 b	45.03 ± 6.58 d	9.18 ± 1.61 d

(\*) letras diferentes en cada columna indican diferencias significativas entre medias (Tuckey 0.05). Trat. = tratamientos: T0: testigo; T1: compost 5 t ha<sup>-1</sup>; T2: compost 15 t ha<sup>-1</sup>; T3: biol 5%; T4: biol 10%; T5: compost 5 t ha<sup>-1</sup> + biol 5%; T6: compost 5 t ha<sup>-1</sup> + biol 10%; T7: compost 15 t ha<sup>-1</sup> + biol 5% y T8: compost 15 t ha<sup>-1</sup> + biol 10%. Las variables evaluadas: número de frutos cosechados por panícula (NFCP), peso del fruto (PF), rendimiento por planta (RP), Rendimiento por hectárea (RH), y en el segundo grupo: diámetro polar del fruto (DPF), diámetro ecuatorial del fruto (DEF), diámetro diagonal del fruto (DDF) y tasa de crecimiento promedio por día (TCPD).



**Figura 2.** Análisis de conglomerados para las variables productivas.

Sin embargo, no presentaron diferencias en el contenido foliar de N, P, K y Ca. Peralta-Antonio *et al.* (2015), al evaluar contenido de nutrientes foliar en distintos cultivares de mango (Manila Cotaxtla, Tommy Atkins y Ataulfo), mostraron que la aplicación de abonos orgánicos (Lombricompost, bocashi y Gallinaza) aumentan la concentración de N, P, K y Mg en hojas, previo a floración y cosecha.

El-Sayed *et al.* (2023) reportaron que la aplicación de compost en dosis de  $24.0 \text{ t ha}^{-1}$  en el cultivo de mango (*Mangifera indica* L. cv. "zibdia" injertados sobre "sukari") de 15 años, mejora la capacidad retentiva de humedad del suelo, aumentando el desarrollo del sistema radicular y la actividad microbiana, permitiendo la liberación parcial de nutrientes de la materia orgánica, que junto a estrategias de riego como el secado parcial de raíces permiten obtener rendimientos de  $14.2 \text{ t ha}^{-1}$ .

Por otra parte, dosis de  $18.0 \text{ t ha}^{-1}$  y  $12.0 \text{ t ha}^{-1}$  de compost reducen el rendimiento a  $11.2 \text{ t ha}^{-1}$  y  $10.0 \text{ t ha}^{-1}$  respectivamente. Asimismo, El-Rahman y Amira (2021) encontraron que la aplicación combinada del 50% compost, 50% fertilizantes minerales (NPK) y  $10 \text{ g l}^{-1}$  de micronutrientes en el cultivo de mango "Sedika cv" incrementó el porcentaje de cuajado inicial de frutos (14.0%), porcentaje de retención de frutos (13.4 %), número de frutos por árbol ( $22.67 \text{ frutos árbol}^{-1}$ ) y rendimiento por árbol ( $14.26 \text{ kg árbol}^{-1}$ ) respecto al testigo.

Esto concuerda con Ibrahim (2021) quien recomienda aplicaciones combinadas de nitrógeno (N): 40% de N inorgánico (nitrato de

amonio-40%) y 60% de N orgánico (20% abono vegetal + 20 estiércol de gallina + 20% estiércol de paloma) para mejorar las variables de productividad en el cultivo de mango cultivar Ewaise: número de frutos (210 frutos), rendimiento por árbol:  $32 \text{ kg planta}^{-1}$ , peso del fruto 165 g y el diámetro del fruto (59.8 mm). Estos resultados, se deben al incremento de la interacción de los microorganismos con la raíz (rizósfera) y a la incorporación de los ácidos húmicos, fúlvicos presentes en los abonos orgánicos, mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Bulgari *et al.*, 2019; Galecio-Julca *et al.*, 2023).

Por otro lado, Suárez *et al.* (2020) compararon las aplicaciones de abonos edáficos y foliares en el cultivo de pimiento (*Capsicum annum* L.), obteniendo los mejores resultados con la aplicación de humus de lombriz (abono edáfico) el cual incrementó el número de frutos cosechados (4.6 frutos), peso del fruto (102.83 g), diámetro del fruto (5.13 cm) y producción total (60.5 kg); No obstante, en la longitud del fruto (14.54 cm) la aplicación del abono foliar (ácidos húmicos) obtuvo los mejores resultados. Por otro parte, Castañeda-Chirre *et al.* (2022) con la aplicación de  $10 \text{ t ha}^{-1}$  de compost en el cultivo de rabanito (*Raphanus sativus* L.) presentó los mayores valores en las variables: longitud de planta (28.23 cm), peso de planta (41.86 g), diámetro ecuatorial (3.65 cm), diámetro polar (4.11 cm) y rendimiento comercial ( $12.051 \text{ t ha}^{-1}$ ). Asimismo, Bustos *et al.* (2020), incrementaron el número de frutos por planta (7.36 frutos), peso del fruto (1.07 g) y rendimiento por ha en el cultivo de Pimiento

(*Capsicum annuum* L.) con la aplicación de guano de murciélago y humus de lombriz.

Llomitoa *et al.* (2023) al aplicar dos dosis de fertilización (2 kg m<sup>-2</sup> y 5 kg m<sup>-2</sup>) con tres tipos de fertilizantes: dos abonos orgánicos (humus de lombriz y residuo de matadero) y un abono químico en el cultivo de zucchini (*Cucurbita pepo* L.) reportaron que el abono orgánico residuos de matadero, incrementa el número de frutos cosechados (15.0 frutos en primera cosecha, 13.8 frutos en segunda cosecha y 2.0 frutos en la tercera cosecha), diámetro de fruto (11.07 cm en primera cosecha, 13.22 cm en segunda cosecha y 11.25 cm en tercera cosecha), longitud de fruto (32.3 cm en primera cosecha, 23.82 cm en segunda cosecha y 23.45 cm en tercera cosecha) y peso de fruto (1624.95 g en primera cosecha, 1311.35 g en segunda cosecha y 1340.20 g en tercera cosecha), así también, aumentó la altura de planta durante los 15, 30 y 45 primeros días (19.98 cm, 33.23 cm y 40.8 cm respectivamente), adelantó los días de floración (18.0 días) y el número de flores a los 15 y 30 días post aparición del primer botón floral (6.8 y 17.4 flores respectivamente).

Además, Galecio-Julca *et al.* (2023) indican que aplicaciones combinadas de MEM (microorganismos eficientes nativos) dirigidas al follaje con compost al suelo en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) mejoró la altura de planta (AP), el rendimiento por hectárea (RHa), y el peso de panoja (PP). De igual manera, Chanduví-García *et al.* (2023) incrementaron el peso de fruto y el rendimiento por hectárea con aplicaciones foliares de biol o biofertilizante al 20%.

## CONCLUSIONES

Se observa que las altas dosis de compost 15 t ha<sup>-1</sup> en interacción con el abono foliar (biol) a 5% y 10% mejoraron las variables productivas evaluadas en comparación con las dosis individuales del abono foliar (biol). Siendo los abonos orgánicos una alternativa sustentable a incluir dentro de los planes de fertilización para el cuidado de los recursos naturales y del medio ambiente.

### Agradecimiento

Al Sr. Luis Córdova gerente de la empresa “Soluciones Orgánicas Loma Fértil”, Piura-Perú, por su apoyo logístico.

**Funding.** All authors declare not having received any funding in the development of our research.

**Conflict of interest.** All authors declare not having any conflict of interest in this article that has affected the performance of the same.

**Compliance with ethical standards.** Do not apply

**Data availability.** Data is available with the corresponding author upon reasonable request.

**Author contribution statement (CRediT).** **H. Morocho-Romero** - Formal analysis, Writing – review & editing., **R. Peña-Castillo** – Validation., **R. Chanduvi-García** – Methodology., **S. Vilchez-Navarro** - Data curation, Supervision., **M. Quiroz-Calderón** - Conceptualization, Data curation., **M. Calero-Merino** - Writing – review & editing, editing., **M. Galecio-Julca** - Conceptualization, Data curation., **J. Javier-Alva** - Conceptualization, Data Curation, Methodology, Editing., **C. Cruz-Grimaldo** - Writing – review & editing, editing., **A. Morales-Pizarro** - Formal analysis, Conceptualization, methodology, Writing – review & editing.

## REFERENCES

- Andrade-Hoyos, P., Rivera-Jiménez, M.N., Landero-Valenzuela, N., Silva-Rojas, H.V., Martínez-Salgado, S.J. and Romero-Arenas, O., 2023. Beneficios ecológicos y biológicos del hongo cosmopolita *Trichoderma spp.* en la agricultura: una perspectiva en el campo mexicano. *Revista Argentina de Microbiología*, 55(4), pp. 366-377 <https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.06.005>
- Bulgari, R., Franzoni, G. and Ferrante, A., 2019. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. *Agronomy*, 9(6), pp. 1-30. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060306>
- Bustos, J.Q., Tandazo-Garcés, J. and Mínda, J.A., 2020. Producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) mediante la aplicación de abonos orgánicos. *Journal of Science and Research*, 5(3), pp. 42-48. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7527770>
- Capecka, E., Mareczek, A. and Leja, M., 2005. Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chemistry*, 93(2), pp.

- 223-226.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.09.020>
- Cartagena, J. R. and Vega, D., 1992. *Fruticultura Colombiana: el Mango*. Manual de asistencia técnica-Instituto Colombiano Agropecuario (Colombia), pp. 43.  
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122610/records/64775f7aa3fd11e4303b8cba>
- Cardoza-Viera, A., Arévalo-Valladolid, D., Javier-Alva, J., Peña-Castillo, R., Chanduví-García, R., Quiroz-Calderón, M., and Morales-Pizarro, A., 2024. Sustratos Orgánicos Alternos en la Germinación y Crecimiento Inicial de Plántulas de Maíz (*Zea mays* L.) en Condiciones de Vivero. *Terra Latinoamericana*, 42, p. e1867.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v42i0.1867>
- Castañeda-Chirre, E.T., Nunja García, J.V., Sánchez Guzmán, A.I., Saucedo López, M.C., Ruiz Sánchez, B.B., Castro Bartolomé, H.J. and Muguza Crispin, N.E., 2022. Sostenibilidad con compost a base de residuos de mercado para obtener mayor rendimiento de rabanito (*Raphanus sativus* L.), Barranca. *Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*, 6(18), pp. 567-580.  
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v6i18.192>
- Chanduví-García, R., Sandoval-Panta, M. A., Peña-Castillo, R., Alva, J. J., Álvarez, L. A., Quiroz-Calderón, M. V. and Morales-Pizarro, D. A. 2023. Biofertilizante y su correlación entre parámetros productivos y de calidad en limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Terra Latinoamericana*, 41, pp. e1685.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1685>
- El-Rahman, A. and Amira, S.A., 2021. Response of mango trees to mineral, bio-organic fertilizers and growth stimulants. *Journal of Plant Production*, 12(9), pp. 981-986.  
<https://dx.doi.org/10.21608/jpp.2021.202613>
- El-Sayed, A., Mustafa, H.H., Bakr, B.M.M., Abdelraouf, R.E., Ragab, R. and Mansour, N.E., 2023. Improving mango production using partial root drying technique and organic fertilisation: Field and modeling study. *Water Science*, 37(1), pp. 371-388.  
<https://doi.org/10.1080/23570008.2023.2278999>
- Galecio-Julca, M., Neira-Ojeda, M., Chanduví-García, R., Peña-Castillo, R., Álvarez-Bernaola, L.A., Granda-Wong, C. and Morales-Pizarro, A., 2023. Efecto de los microorganismos eficientes nativos y compost en tres pisos altitudinales en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) variedad INIA 415-Pasankalla. *Terra Latinoamericana*, 41, pp. e1622.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1622>
- González-Fuentes, J.A., Lozano-Cavazos, C.J., Preciado-Rangel, P., Troyo-Diéguez, E., Rojas-Duarte, A. and Rodríguez-Ortiz, J.C., 2021. Fertilización orgánica contra convencional en el rendimiento, atributos morfológicos y calidad de fruto de tomate uva en un sistema de subirrigación no recirculante. *Terra Latinoamericana*, 39, pp. 1-16.  
<https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.897>
- Ibrahim, H.F., 2021. Reducing mineral N in ewais mango orchards using different organic fertilization sources. *Journal of Plant Production*, 12(11), pp. 1173-1178.  
<https://dx.doi.org/10.21608/jpp.2021.207291>
- INIA (Instituto Nacional de Innovación Agraria), 2008. Producción y uso del biol. Serie No. 2. Tecnologías innovativas apropiadas a las apropiadas a la conservación in situ de la agrobiodiversidad. Lima:INIA.  
[http://ongadg.be/bibliadg/bibliotheque/opac/css/doc\\_num/fiches techniques/biol.pdf](http://ongadg.be/bibliadg/bibliotheque/opac/css/doc_num/fiches techniques/biol.pdf)
- Llanderal, A., García-Caparrós, P., Contreras, J.I., Segura, M.L. and Teresa Lao, M., 2019. Spatio-temporal variations in nutrient concentration in soil solution under greenhouse tomato. *Journal of Plant Nutrition*, 42(8), pp. 842-852.  
<https://dx.doi.org/10.1080/01904167.2019.1584219>

- Llomitoa, A., Vicente-Vásquez, M., Alarcón-Terry, J., Gonzalez-Albarracin, H., Sornoza-Zambrano, W. and Calucho-Pucha, E., 2023. Evaluación del efecto de dos abonos orgánicos y un químico en la producción de zucchini (*Curcubita pepo* L.) en el cantón la maná, Ecuador. *Nexo Agropecuario*, 11(1), pp. 1-5. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/neoagro/article/view/40765/41855>
- MIDAGRI (Ministerio Desarrollo Agrario y Riego), 2022. Perú exportó más de 240 mil toneladas de mango durante campaña 2021-2022. SENASA contigo. 6 mayo, 2022. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/midagri-peru-exporto-mas-de-240-mil-toneladas-de-mango-durante-campana-2021-2022/>
- Morales Pizarro, D., Javier Alva, J., Álvarez, L., Peña Castillo, R., Chanduví García, R., Granda Wong, C., Mayta Obos, R., Lindo Seminario, D. and Condori Pacsi, S., 2022. In vivo control of *Phaeoacremonium parasiticum* with native antagonists Bacillus, Trichoderma and actinomycetes and their growth promoting effect in grapevine. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3), p. 116. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4232>
- Moriwaki, T., Falcioni, R., Tanaka, F.A.O., Cardoso, K.A.K., Souza, L.A., Benedito, E., Nanni, M.R., Bonato, C.M. and Antunes, W.C., 2019. Nitrogen-improved photosynthesis quantum yield is driven by increased thylakoid density, enhancing green light absorption. *Plant Science*, 278, pp. 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2018.10.012>
- Noh, M.N., Azhari N.A. and Mohamad S.N.M., 2015. Rosa Bitamina (organic fertilizer) effects in enhancing *Rosa centifolia* resistancy and flowering process. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 195, pp. 1715-1718. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.06.282>
- Osuna-García, J.A., Gómez-Jaimes, R. and Graciano-Cristóbal, M.J. 2022. Manipulación del mango 'Kent' destinado al mercado como fruto para comer. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(SPE27), pp. 23-34. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i2.7.3158>
- Peralta-Antonio, N., Becerril-Román, A.E., Rebolledo-Martínez, A. and Jaén-Contreras, D., 2015. Estado nutricional foliar de tres cultivares de mango fertilizados con abonos orgánicos. *Idesia (Arica)*, 33(3), pp. 65-72. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000300010>
- Pizarro, A.M., Rojas, I.N., Alberca, E.S., Sime, K.Z., Álvarez, L.A., Peña-Castillo, R. and Javier-Alva, J., 2023. Sustainable alternatives for the control of *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl in mango. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(1), p.021. <http://dx.doi.org/10.56369/tsaes.4839>
- Radziemska M., Vaverková M. D., Adamcová D., Brtnický M. and Mazur Z., 2019. Valorization of fish waste compost as a fertilizer for agricultural use. *Waste Biomass Valorization* 10 (9), pp. 2537-2545. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0288-8>
- Ruiz, E.M., 2018. Efecto de tres tipos de abono orgánico líquido (biol), en la etapa de desarrollo en vivero de bolaina blanca (*Guazuma crinita* C. Martius) en Pucallpa Perú. *Tzhoeoen*, 10(3), pp. 371-382. <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.327529>
- Sandip, M., Makwana, A.N., Barad, A.V. and Nawade, B.D., 2015. Physiology of flowering-the case of mango. *International Journal of Applied Research*, 1(11), pp. 1008-1012. [https://www.researchgate.net/publication/295161343\\_Physiology\\_of\\_Flowering-The\\_Case\\_of\\_Mango](https://www.researchgate.net/publication/295161343_Physiology_of_Flowering-The_Case_of_Mango)
- Silva, D.J., Mouco, M.A.D.C., Gava, C.A.T., Giongo, V. and Pinto, J.M., 2013. Composto orgânico em mangueiras (*Mangifera indica* L.) cultivadas no semiárido do nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35, pp. 875-882. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000300026>

Suárez, H.O.E., Coronel, A.L.E. and Montes, R.A.A., 2020. Cultivos de pimiento con la aplicación de abonos orgánicos foliares y edáficos. *Revista Multidisciplinaria de Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, 2(1), pp. 6-6. <https://www.dateh.es/index.php/main/article/view/62>

Villamizar-Vargas, R., Quiceno-Gómez, C. and Giraldo-Giraldo, G., 2019. Cambios fisicoquímicos durante la maduración del mango Tommy Atkins en la poscosecha. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 22(1), pp.8. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1159>