

Fertilización química del melón (*Cucumis melo* L.) en invernadero. Una propuesta para mejorar su rendimiento y calidad

Chemical fertilization of melon (*Cucumis melo* L.) in greenhouses. A proposal to improve yield and quality

Gabriel Ortega Julio^{1*}, Pérez Castillo Rubén², Narváez Campana Washington¹, Morán Moran Jéssica¹, Castro Landín Alfredo¹, Burgos López Gema²

Datos del Artículo

¹ Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, km 1.5 vía Noboa, Campus los Ángeles, Jipijapa. Tel: 05-2600229/05-2601657/05-2600223. Manabí, Ecuador.

² Profesional independiente. Manabí, Ecuador.

*Dirección de contacto:

Julio Gabriel-Ortega
Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, km 1.5 vía Noboa, Campus los Ángeles, Jipijapa. Tel: 05-2600229. Manabí, Ecuador.
E-mail: julio.gabriel@unesum.edu.ec
j.gabriel@proinpa.org

Palabras clave:

Floración, fructificación, estadios, tratamientos, °Brix, Beneficio-costo.

J. Selva Andina Biosph.
2023; 11(1):84-93.

ID del artículo: 125/JSAB/2022

Historial del artículo

Recibido diciembre, 2022.
Devuelto marzo, 2023.
Aceptado abril, 2023.
Disponible en línea, mayo 2023.

Editado por:
Selva Andina
Research Society

Keywords:

Flowering, fruiting, stages, treatments, °Brix, Benefit-cost.

Resumen

Con el objetivo de obtener una estrategia química de fertilización para la producción y calidad de fruto de melón (*Cucumis melo* L.) en invernadero, se aplicó 3 dosis de fertilización química en 3 estadios de desarrollo de la planta. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental de bloques completamente aleatorizados con 4 repeticiones. Cada unidad experimental tuvo 3 hileras. Cada hilera tuvo 41 plantas y la unidad experimental de cada tratamiento fue de 123 plantas. Los resultados señalan que el mejor nivel de fertilización fue para el T₂, obteniéndose un peso promedio por fruto de 0.97 kg, respecto del testigo que fue de 0.58 kg. Asimismo, se observó que T₂ fue el mejor para índice de refracción de pulpa, índice de refracción del núcleo y sólidos totales del núcleo, lo cual se tradujo en frutos de mejor calidad. En el análisis de correlación de Pearson, con correlaciones positivas y altamente significativas para todas las variables comparadas ($r > 0.70$). Finalmente, el análisis de beneficio/costo, para supermercados y mercado de abasto, determinó que T₂ fue el más rentable con una relación B/C de \$3.10 en supermercado y \$1.46 en mercado de abasto, indicando esto que por cada dólar invertido se gana \$2.10 y 46 centavos de dólar respectivamente.

2023. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

With the objective of obtaining a chemical fertilization strategy for melon (*Cucumis melo* L.) fruit production and quality in the greenhouse, 3 doses of chemical fertilization were applied at 3 stages of plant development. The treatments were distributed in a completely randomized block experimental design with 4 replications. Each experimental unit had 3 rows. Each row had 41 plants and the experimental unit for each treatment was 123 plants. The results indicate that the best fertilization level was for T₂, obtaining an average weight per fruit of 0.97 kg, compared to the control, which was 0.58 kg. It was also observed that T₂ was the best for pulp refractive index, core refractive index and core total solids, which resulted in better quality fruit. In the Pearson correlation analysis, with positive and highly significant correlations for all the variables compared ($r > 0.70$). Finally, the benefit/cost analysis, for supermarkets and the grocery market, determined that T₂ was the most profitable with a B/C ratio of \$3.10 in the supermarket and \$1.46 in the grocery market, indicating that for each dollar invested, \$2.10 and 46 cents are earned, respectively.

2023. *Journal of the Selva Andina Biosphere*®. Bolivia. All rights reserved.



Introducción

La fertilización, una de las prácticas agrícolas con mayor impacto en el rendimiento y calidad del melón¹. Usualmente, se la utiliza para maximizar su producción, sin embargo, la nutrición mineral también tiene impacto importante en calidad y vida en anaquel de la fruta cosechada²⁻⁴. Muchos de estos problemas pueden ser causados por deficiencias, desequilibrios o toxicidad nutricional. Además, afectan la susceptibilidad del cultivo al ataque de plagas y enfermedades, que repercuten en su rendimiento y calidad⁴.

La fertilización química⁵⁻⁷ está asociada con otros factores, como suelo, clima, riego, prácticas agrícolas, que en conjunto determinan la calidad y cantidad de fruto. Por ello es importante las funciones de los nutrientes, interacciones, fuentes e interacciones, las fuentes y dosis de estos nutrientes, las etapas de crecimiento, desarrollo del cultivo (genética) para lograr que la fertilización cumpla con su papel de alcanzar altos rendimientos y calidad de la fruta^{1,8}.

En el Recinto Puerto la Boca de la Parroquia Puerto Cayo en Manabí, Ecuador, los agricultores de la Asociación Agro-artesanal de Puerto la Boca Cantagallo cuentan con 54 invernaderos de 500 a 1000 m² (2.74 ha), producen diferentes hortalizas, entre ellas el melón⁹, desarrollaron estrategias sobre fertilización edáfica básica con macronutrientes para sus cultivos, y generalmente los manejan de forma empírica, aunque ellos están conscientes de la necesidad de lograr cosechas rentables, con calidad en poscosecha y larga vida en anaquel. Por tanto, son conscientes de la necesidad de implementar prácticas de manejo de los cultivos, incluyendo la fertilización, que tiene gran impacto en la calidad del producto cosechado. Esto llevó a que se realice la presente investigación, cuyo objetivo fue determinar una estrategia química de fertilización para la producción y calidad de fruto de melón (*Cucumis melo* L.) en invernadero.

Materiales y métodos

Ubicación. El experimento fue desarrollado de mayo a agosto 2019, en un invernadero de 1000 m² con temperatura promedio de 30° C, del Recinto Puerto la Boca perteneciente a la parroquia Puerto Cayo del cantón Jipijapa, ubicado 1°18'20" latitud Sur, 80°45'42" longitud Oeste, a una altitud aproximada de 53 msnm, temperatura 24.8 °C, precipitación promedio anual 298 mm, concentrándose la mayor cantidad de lluvia en febrero, agosto el mes más seco⁹.

Tratamientos. Consistieron en 3 dosis de fertilización química (T₁ Bajo, T₂ Medio y T₃ Alto) en 3 estadios de desarrollo (E₁ al follaje, E₂ a la floración y E₃ a fructificación) (Tabla 1).

Diseño experimental. Bloques completamente aleatorios (DBCA) con 4 repeticiones¹⁰, al igual para el análisis bromatológico. El diseño permitió bloquear el efecto de la luz solar en el invernadero en las unidades experimentales (UE). Cada UE estuvo constituida por 3 hileras, cada hilera/tratamiento tuvo 41 plantas y la UE para cada tratamiento constaba de 123 plantas¹¹. Para el estudio de las variables respuesta de cada UE se eligieron 10 plantas al azar de cada repetición, con un total de 160 plantas evaluadas al trasplantar al sitio definitivo, el distanciamiento fue 0.20 m entre plantas y 1.20 m entre hileras. La parcela experimental tuvo un total de 1980 plantas¹¹. *Variables de estudio*¹². *Altura de planta (cm) (AP)*. Se consideró 10 plantas al azar de cada tratamiento *Diámetro de tallo (mm) (DT)*. Se evaluó cuando el cultivo alcanzó 50 % de floración. *Número de nudos (NN)*. Se procedió a contarlos hasta el primer fruto, también se contaron aquellos que se encuentran después del fruto. *Número de flores totales (NFT)*. Se contó el número de flores por planta evaluada. *Número de flores fecundadas (NFF)*. Se contó el número de flores fecundadas por planta evaluada. *Nú-*

mero de frutos (NFR). Se evaluó en todas las cosechas y comprendió el total de frutos cosechados. Volumen del fruto (cm^3) (VF). Se evaluó en base a largo,

ancho y alto del fruto. Peso del fruto (kg) (PF). Se evaluó por fruto cosecha, utilizando una balanza digital.

Tabla 1 Dosis de elementos que se utilizaran en los tratamientos

Tratamiento	Estadios	Dosis (g/parcela)	Dosis (g/planta)
T ₁	E ₁	N = 986, P = 223,4; K = 0	N = 7.95, P = 1.80, K = 0
T ₁	E ₂	N = 986, P = 223, K = 1259	N = 7.95, P = 1.80, K = 10.15
T ₁	E ₃	N = 0, P = 0, K = 1259	N = 0, P = 0, K = 10.15
T ₂	E ₁	N = 1391, P = 656, K = 0	N = 11.22, P = 5.29, K = 0
T ₂	E ₂	N = 1391, P = 656, K = 1379	N = 11.22, P = 5.29, K = 11.12
T ₂	E ₃	N = 0, P = 0, K = 1379	N = 0, P = 0, K = 11.12
T ₃	E ₁	N = 1803, P = 816, K = 0	N = 14.54, P = 6.58, K = 0
T ₃	E ₂	N = 1803, P = 816, K = 1512	N = 14.54, P = 6.58, K = 12.19
T ₃	E ₃	N = 0, P = 0, K = 1512	N = 0, P = 0, K = 12.19
T ₄		Testigo (sin fertilización)	

E₁ Estadio de desarrollo, E₂ Estadio de floración, E₃ Estadio de fructificación. Para las formulaciones se utilizó: Urea (46 %), Superfosfato (P₂O₅) y Cloruro de potasio (Cl K)

Variables de estudio en poscosecha. En el Laboratorio de Bromatología de la Universidad Estatal del Sur de Manabí se realizó el análisis de Índice de refracción en pulpa (IRpulpa), Índice de Refacción en núcleo (IRnúcleo), Sólidos Totales Pulpa, medido en °Brix (STpulpa), Sólidos Totales Núcleo, medido en °Brix (STnúcleo), Temperatura Pulpa (Tpulpa), Temperatura Núcleo (Tnúcleo) de los frutos de cada tratamiento. Para el análisis se extrajo una gota de jugo de 2 frutos y se colocó en un refractómetro ABBE marca Reichert Mark II Plus¹¹.

Análisis del benéfico/costo. Permite definir la rentabilidad o no, si el resultado fuera mayor a 1 fue rentable¹³.

La preparación del suelo en el invernadero se hizo manualmente, se realizó la remoción, y desterronado de platabandas. Se aplicó materia orgánica (biocompost comprado en casa comercial) para proporcionar un suelo adecuado a las plantas al momento de su trasplante. El biocompost fue aplicado a razón de 75 kg por hilera de 33 m. Luego se midió el terreno con una cinta métrica y estacas de madera, para la formación de las platabandas de 0.50 m de ancho por 33 m de largo. El sustrato se preparó con biocompost, hoja de guaba y tierra del lugar, en proporción 2:1:1. Se

puso 10 kg de humus y 1 bolsa (10 g) de micorriza adquiridos de casa comercial, para evitar el ataque de patógenos que causan *damping off*¹⁴. Una vez preparado el sustrato, se procedió a llenar las bandejas germinadoras, teniendo cuidado de humedecerlas, para posteriormente sembrar las semillas de los parentales. El riego de las bandejas se realizó 2 veces por día durante 20 min según la necesidad del cultivo y la capacidad de campo. Se aplicó el desinfectante Captan, en dosis de 30 g/5 L de agua, para evitar *damping off*¹⁴. El trasplante se realizó en las hileras, se cavaron hoyos de 0.15 m a distancia de 0.30 m entre plantas y 1.50 m entre hileras, después se procedió al trasplante.

El control preventivo de acuerdo a los antecedentes de presencia de enfermedades en la zona⁹. Para el control del mildiu vellosa causado por el Oomycetes *Pseudoperonospora cubensis* y otras manchas foliares, se realizó la aplicación de Metalaxyl + Mancozeb (Ridomil) (2.5g/L) alternado con Clorotalonil (2.5 ml/L), *Trichoderma* (3 mL/L) y *Bacillus subtilis* (3 mL/L) a partir del octavo día después del trasplante⁹. El control de plagas se realizó de acuerdo al monitoreo y aplicación del umbral de daño para el control de insectos plagas como mosca blanca (*Bemisia ta-*

baci), negrita (*Prodiplosis longifila*) y pulgones (*Myzus persicae*), se utilizó la aplicación de Thiamethoxam (0.25 mL/L), alternando con Abamectina (2.25 mL/L), Confidor (0.60 g/L) y Neem (4 mL/L), a partir de los 10 días después del trasplante¹⁵.

La poda se realizó en una sola rama principal y eliminando las ramas restantes, se eliminaron las hojas viejas y los brotes para evitar la formación de otras ramas secundarias. El tutoraje se realizó después de la poda, después de cada poda se trató con un fungicida de contacto para evitar enfermedades causadas por las heridas¹⁵. La cosecha se realizó a partir de los 120 días después del trasplante (ddt).

Análisis estadístico. Una vez que los datos satisficieran los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, fueron analizados bajo un DBCA, de acuerdo al modelo aditivo lineal¹⁰.

Se realizaron análisis de varianza (ANVA) para probar hipótesis acerca de los efectos fijos, así como

comparaciones de medias de los tratamientos mediante la prueba de Tukey al $P < 0.05$. El ANVA también fue para estimar los componentes de varianza para los efectos aleatorios. Los análisis indicados se realizaron utilizando el Proc GLM del SAS University¹⁶. Se realizó análisis de correlación mediante el coeficiente de Pearson entre las variables de respuesta correspondientes¹⁰.

Resultados

Análisis de caracteres agronómicos y de rendimiento. La prueba de Kolmogórov-Smirnov $P < 0.01$, no fueron significativos, sugiriendo una distribución normal. Los coeficientes de variación (CV), estuvieron entre 0.72 a 13 %, rango permitido para este tipo de investigaciones (Tabla 2).

Tabla 2 Análisis de normalidad para caracteres agronómicos

	AP	DT	NN	NFT	NFF	NFR	VF	PF
SD	3.86	.51	1.27	2.55	.59	.29	1574.24	.18
Varianza	14.91	.26	1.63	6.53	.035	.08	2478235.3	.03
Asimetría	.031	.29	-.14	-.34	.28	.31	-0.04	-.30
Curtosis	-1.11	-1.27	-.14	-1.07	-1.31	-1.74	-2.02	-1.84
CV (%)	.72	2.63	3.98	6.42	6.77	10.90	6.20	13.107
K-S	>.15 ns	.083 ns	>.15 ns	<.15 ns	.096 ns	.021 ns	>.15 ns	<.01 ns

SD desviación standart, ns no significativo, CV (%) porcentaje del coeficiente de variación, AP altura de planta, DT diámetro de tallo, NN número de nudos, NFT número de flores totales, NFF número de flores fecundadas, NFR número de frutos, VFR volumen de fruto, PF peso de fruto, K-S Kolmogorov-Smirnov

El análisis de homogeneidad de varianza (Tabla 3), la prueba de Chi-cuadrada no fue estadísticamente significativa $P < 0.01$, que confirmó que las varianzas son comparables.

Tabla 3 Análisis de homogeneidad de varianzas

Chi-cuadrado	DF	Pr > Chi-cuadrada
.000000	360	1.0000

Con los resultados de ajuste a la distribución normal de las variables y la existencia de la homogeneidad

de varianza, se vio conveniente continuar con el proceso de ANVA.

Análisis de varianza para caracteres agronómicos y de rendimiento. La Tabla 4, el CV de las variables evaluadas está entre 0.72 a 13.07 % está dentro los rangos permitidos.

El ANVA para caracteres agronómicos de rendimiento (Tabla 4), fueron altamente significativos $P < 0.01$. Esto estaría indicando que, para AP, DT, NN, NFT, NFF, NFR, VF y PF al menos uno de los tratamientos fue diferente.

Tabla 4 Análisis de varianza para caracteres agronómicos y de rendimiento. Jipijapa 2019

FV	gl	Cuadrados Medios							
		AP	DT	NN	NFT	NFF	NFR	VF	PF
Total	15								
Repeticiones	3	7.57	.0001	1.03	1.79	.052	.01	231438.19	.004
Tratamientos	3	60.69**	1.27**	4.94*	25.98**	1.60**	.35**	11878815.58**	.140**
Error	9	2.09	.01	.74	1.64	.04	.02	93640.91	.010
C.V. (%)		.72	2.63	3.98	6.42	6.77	10.90	6.20	13.107

AP altura de planta, DT diámetro de tallo, NN número de nudos, NFT número de flores, NFF número de flores fecundadas, NFR número de frutos, VF volumen de fruto, PF peso del fruto, *Significativo P<0.05, ** altamente significativo P<0.01.

Tabla 5 Análisis de medias mediante la prueba múltiple de Tukey al P<0.05 para caracteres agronómicos y de rendimiento

Trat	AP (cm)	DT (mm)	NN	NFT	NFF	NFR	VF (cm ³)	PF (kg)
T ₂	205.05a	4.92a	23.00a	22.00a	3.05	1.67a	6616.74a	.97a
T ₃	200.05bc	5.37b	22.00ab	22.00a	3.62	1.52a	6181.95a	.89a
T ₁	109.05bc	3.90c	21.00ab	18.00b	2.40	1.12b	3747.65b	.66b
T ₄	196.68c	3.64d	20.00b	18.00b	2.25	1.08b	3169.89b	.58b
DSH	.05	.24	1.89	2.82	.42	.32	675.00	.22

AP altura de planta, DT diámetro de tallo, NN número de nudos, NFT número de flores totales, NFF número de flores fecundadas, NFR número de frutos, VF volumen de fruto, PF peso de frutos, DSH diferencia significativa honesta.

El análisis de medias (Tabla 5), mediante la comparación múltiple de Tukey para la variable AP hay diferencias significativas P<0.05, T₂ tuvo mejor comportamiento (2.05m), respecto T₄ (1.96 m).

Para DT se observó T₂ (4.92 mm), fue altamente significativo respecto T₄ (3.64 mm). En el NN se observó diferencias significativas P<0.05, T₂ tuvo 23 nudos/planta, respecto T₄ con 20 nudos/planta.

En el NFT se observó diferencias significativas P<0.05. T₃ y T₂ obtuvieron una media de 22 flores/planta con respecto T₄ tuvo 18 flores/planta. Para el NFF, se observó T₃ fue altamente significativo, obteniendo una media de 4 flores fecundadas/planta, respecto T₄ que tuvo 2 flores fecundadas/planta).

El NFR con diferencias significativas P<0.05, T₂ con un promedio de 2 frutos/planta respecto T₄ que tuvo 1 fruto/planta. Para el VF, se observó diferencias significativas P<0.05, T₂ con un volumen de 6616.74 cm³, respecto T₄, que tuvo un volumen de 3169.89 cm³. En el PF, se observó diferencias significativas P<0.05 T₂ con una media de 0.97 kg/fruto, en relación al T₄ con un peso de 0.58 kg de peso/fruto.

Análisis de fruto en poscosecha.

Análisis de normalidad. La prueba de significancia con Kolmogorov-Smirnov (K-S) al P<0.01 (Tabla 6), no hubo diferencias significativas para IRpulpa, IRnúcleo, STpulpa, STnúcleo, Tpulpa y Tnúcleo, todas tuvieron distribución normal.

Tabla 6 Análisis de normalidad para las variables en poscosecha

	IRpulpa	IRnúcleo	STpulpa	STnúcleo	Tpulpa	Tnúcleo
DS	.005	.004	1.25	1.50	1.20	4.14
Varianza	.000025	.00002	1.57	2.26	1.46	17.17
Asimetría	-.57	-1.27	-.64	-.03	2.51	-2.31
Curtosis	-1.93	-.43	.22	-.67	8.76	4.53
CV	.37	.33	15.00	15.86	4.29	15.50

ns no significativo, IRpulpa índice de refacción en pulpa, IR núcleo índice de refacción en núcleo, STpulpa sólidos totales pulpa, STnúcleo sólidos totales núcleo, Tnúcleo temperatura núcleo, Tpulpa temperatura pulpa. CV porcentaje de coeficiente de variación.

Asimismo, se ratificó mediante la prueba de Chi-cuadrada $P < 0.05$ que no hubo diferencias significativas para las varianzas, estas fueron homogéneas. La no existencia de diferencias significativas del análisis de normalidad y de la homogeneidad de varianzas sugiere que se pueda proseguir con los ANVA.

Análisis de varianza en poscosecha. El ANVA frutos en poscosecha no hubo diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas (Tabla 7).

Los análisis de medias para IRpulpa y IRnúcleo, STpulpa y STnúcleo, Tpulpa y Tnúcleo, no tuvieron diferencias significativas $P < 0.05$ entre los tratamientos (Tabla 8), indicando esto, que todas fueron iguales estadísticamente. Sin embargo, hubo una tendencia de que T_2 y T_1 fueron las mejores para IRpulpa, IRnúcleo y STnúcleo. En cambio, para STpulpa, Tpulpa y Tnúcleo los mejores fueron T_2 y T_4 .

Tabla 7 Análisis de varianza para cosecha y poscosecha

FV	gl	Cuadrados medios					
		IRpulpa	IRnúcleo	STpulpa	STnúcleo	Tpulpa	Tnúcleo
Total	15						
Rep.	3	.00	.00	1.54	4.42	1.41	35.16
Trat.	3	.00 ns	.00 ns	.40 ns	.35 ns	2.31 ns	14.96 ns
Error	9	.00	.00	2.09	2.18	1.19	11.92
CV		.37	.30	16.82	15.57	3.87	12.91

IRpulpa índice de refracción pulpa, IRnúcleo índice de refracción núcleo, STpulpa sólidos totales pulpa, STnúcleo sólidos totales núcleo, Tpulpa temperatura pulpa, Tnúcleo temperatura núcleo, ns no presenta significación, CV porcentaje de coeficiente de variación.

Figura 1 Análisis del Beneficio/Costo de los tratamientos entre el supermercado y mercado de abasto

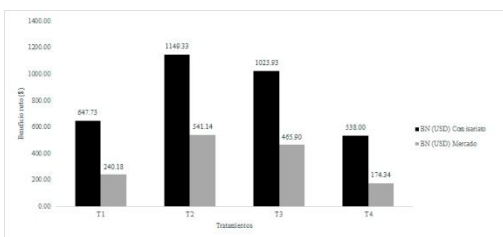


Tabla 8 Análisis de medias de variables de poscosecha mediante la prueba múltiple de tukey al $P < .05$ de probabilidad

Trat	IRnúcleo	STpulpa	STnúcleo	Tpulpa
T_1	1.35ns	8.42ns	9.85ns	27.12ns
T_2	1.35ns	8.20ns	9.45ns	28.90ns
T_3	1.34ns	8.07ns	9.50ns	28.22ns
T_4	1.34ns	8.80ns	9.12sn	28.50ns
DSH	.008	.009	3.25	2.00

ns no significativo, IRnúcleo índice de refracción del núcleo, STpulpa sólido total pulpa, STnúcleo sólido total núcleo, Tpulpa temperatura pulpa, DHS diferencia significativa honesta.

Análisis del Beneficio/Costo de los tratamientos

Beneficio/Costo (USD) supermercado. En general todos los tratamientos presentaron un $B/C > 1$, cuando el producto fue comercializado a 0.50 dólar/kg de

fruto (Tabla 9). Los T_2 y T_3 fueron los más rentables, con una relación de $B/C = 3.10$ y 2.76 respectivamente. Indicando esto que, por cada dólar invertido en el T_2 , se logra un beneficio de 3.10 centavos de dólar, asimismo en el caso del T_3 , por cada dólar invertido se ganaría 2.76 centavos de dólar.

Beneficio costo (USD) mercado de abasto. Cuando el producto fue comercializado en el mercado de abasto local solo T_2 y T_3 fueron rentables con una relación B/C de 1.46 y 1.26 respectivamente (Tabla 10).

Un análisis de comparación entre el producto comercializado en supermercados y mercado local (Figura 1), las ganancias por la venta en supermercados, son mayores al 50 % en todos los casos

Discusión

Se determinó que la estrategia de fertilización fue T_2 aplicado en diferentes estadios del híbrido Edisto, logrando frutos de 0.97 kg, que sería el equivalente a

2.48 t/1000 m². Al respecto Bazán Quintana¹⁷, determino que al aplicar un nivel de fertilización de 150-100-150 kg/ha de NPK, obtuvo el mayor rendimiento comercial de 4.79 t/1000 m², y observó que conforme se incrementan los niveles de fertilización, la cantidad de frutos no comerciales disminuían¹⁸. Pacheco-Avalos & Quiroz¹⁹ indicaron que, para lograr 1 t de fruto, el cultivo de melón extrae 1.5 kg N, 0.65 kg P y 3.37 kg K. Mateo Box²⁰, reportó un experimento en campo para producción de melón el nivel fue de 12.5

- 2 - 2.30 kg de NPK, con un rendimiento de 2.50 t/1000 m². PROAIN²¹ mencionan que aplicando un nivel de 24 - 6 - 39 kg de NPK se puede producir entre 2.70 a 3.50 t/1000 m². Todos estos trabajos reportados señalan que la fertilización no ocasiona una respuesta uniforme en el rendimiento y que mucho depende de la composición química del suelo, el tipo de suelo (textura, estructura), el clima, el agua, el pH, la temperatura y otros factores^{17,21,22}.

Tabla 9 Análisis del B/C para los tratamientos de fertilización para un invernadero de 1000 m², cuyo producto fue comercializado en supermercado

Cultivar	NP (1000 m ²)	Peso/cosecha (kg)	Peso/cosecha (kg)	Precio/kg (USD)	Beneficio Bruto(1000 m ²)	Costo (1000 m ²)	BN (USD) Comisariato	Relación B/C	Rentabilidad
T ₁	3135	.65	2037.75	.5	1018.88	371.15	647.73	1.75	Rentable
T ₂	3135	.97	3040.95	.5	1520.48	371.15	1149.33	3.10	Rentable
T ₃	3135	.89	2790.15	.5	1395.08	371.15	1023.93	2.76	Rentable
T ₄	3135	.58	1818.30	.5	909.15	371.15	538.00	1.46	Rentable

B/C > 1.0 = Rentable.

Tabla 10 Análisis del B/C para los tratamientos de fertilización para un invernadero de 1000 m², cuyo producto fue comercializado en mercado de abasto

Cultivar	NP (1000 m ²)	Peso/cosecha (kg)	Peso/cosecha (kg)	Precio/kg (USD)	Beneficio (1000 m ²)	Costo (1000 m ²)	BN (USD) Mercado	Relación B/C	Rentabilidad
T ₁	3135	.65	2037.75	.3	611.33	371.15	240.18	.65	No rentable
T ₂	3135	.97	3040.95	.3	912.29	371.15	541.14	1.46	Rentable
T ₃	3135	.89	2790.15	.3	837.05	371.15	465.90	1.26	Rentable
T ₄	3135	.58	1818.30	.3	545.49	371.15	174.34	.46	No rentable

B/C > 1.0 = Rentable.

En Costa Rica, Barrientos²³, para 4 genotipos de melón, entre 8.0 y 11.7 °Brix, y para el genotipo JMX-1006 dicho valor fue 9.5 °Brix, mientras Monges-Pérez²⁴ con valor de sólidos solubles de 16.1 °Brix. Charlo et al.¹⁸, obtuvieron en frutos de melón entre 9.05 y 13.05 °Brix. Castoldi et al.²⁵, con valores entre 10.85 y 13.59 °Brix, al evaluar 5 genotipos de melón reticulado en Brasil. En nuestro estudio fue notorio observar que T₁ también influyó en el contenido de sólidos totales del núcleo (°Brix), cuyos frutos fueron los más dulces con 9.85 °Brix, T₂ tuvo 9.45 °Brix. Finalmente determinamos en general, todos los trata-

mientos con un B/C > 1, cuando el producto fue comercializado a 0.50 dólar/kg de fruto. Sin embargo, T₂ fue más rentable, con B/C=3.10 y 1.46 respectivamente. Indicando esto, que, por cada dólar invertido, ganaría 2.10 y 46 centavos de dólar. Al respecto, Kumar et al.²⁶ observaron que con una fertilización optima de N y P mejoraban el rendimiento y la rentabilidad del cultivo²⁷. Asimismo, pudimos observar mediante un análisis de comparación entre el producto comercializado en supermercados y mercado local que las ganancias por la venta en supermercados, son mayores al 50 % en todos los casos.

Fuente de financiamiento

Grant PROG-003-PROY-001-DIP-2017 de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que esta investigación fue realizada en la Universidad Estatal del Sur de Manabí (Cantón Jipijapa) y no presenta conflictos de interés.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo financiero y las facilidades proporcionadas por la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM). También agradecemos a los agricultores de Puerto La Boca y a los estudiantes involucrados en esta investigación.

Consideraciones éticas

La aprobación de la investigación por la Dirección de Investigación y Posgrado, el Comité de Ética, y el Comité de Investigación de la Carrera de Agropecuaria de la Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), (Cantón Jipijapa), se siguió las pautas establecidas por estas instancias. Limitaciones en la investigación Los autores señalan que no hubo limitaciones en el presente trabajo de investigación.

Limitaciones en la investigación

Los autores señalan que no hubo limitaciones en el presente trabajo de investigación.

Contribución de los autores

Julio Gabriel-Ortega, planeación del experimento, análisis estadístico, sistematización e interpretación

de la información. *Rubén Pérez Castillo*, toma de datos, análisis estadístico, sistematización e interpretación de la información. *Washington Narváez Campana*, sistematización e interpretación de la información. Revisión del documento. *Jessica Morán Morán*, sistematización e interpretación de la información. Revisión del documento. *Alfredo Castro Landín*, sistematización e interpretación de la información. Revisión del documento. *Gema Burgos López*, transcripción, sistematización, sintaxis y revisión del documento.

Literatura Citada

1. Molina E. Efecto de la nutrición mineral en la calidad de melón [internet]. Quito: A Publication of the International Plant Nutrition Institute, Informaciones Agronómicas; 2006 [citado 08 de mayo de 2019]. Reporte No.:63. Recuperado a partir de: <http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/issue/IA-LAHP-2006-4>
2. Trinidad Santos A, Aguilar Manjarrez D. Foliar fertilization, an important enhancing for the crop yield. *Terra Latinoam* 1999;17(3):247-55.
3. Rodríguez Z, Pire R. Extracción de N, P, K, Ca y Mg por plantas de melón (*Cucumis melo* L.) híbrido Packstar bajo condiciones de Tarabana, Estado. *Lara. Rev Fac Agron* 2004;21(2):141-54.
4. Gomes JWS, Dias NDS, Moreno-Pizani MA, Paiva KF, Rocha JLA, Araújo EBG, et al. Growth and mineral composition of the melon with different doses of phosphorus and organic matter. *Dyna Rev Fac Nac Minas* 2019;86(211):363-8. DOI: <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n211.69776>
5. Xu X, Du X, Wang F, Sha J, Chen Q, Tian G, et al. Effects of potassium levels on plant growth, accumulation and distribution of carbon, and nitrate metabolism in apple dwarf rootstock seedlings. *Front Plant Sci* 2020;11:904. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00904>

6. Amtmann A, Troufflard S, Armengaud P. The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants. *Physiol Plant* 2008;133(4): 682-91. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2008.01075.x>
7. Lester GE, Jifon JL, Rogers G. Supplemental foliar potassium applications during muskmelon fruit development can improve fruit quality, ascorbic acid, and beta-carotene contents. *J Amer Soc Hort Sci* 2005;130(4):649-53.
8. Bravo-F P, Uribe EG. Temperature dependence of the concentration kinetics of absorption of phosphate and potassium in corn roots. *Plant Physiol* 1981;67(4):815-9. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.67.4.815>
9. Gabriel-Ortega J, Pereira-Murillo E, Ayón-Villao F, Castro-Piguave C, Delvalle-García I, Castillo JA. Development of an ecological strategy for the control of downy mildew (*Pseudoperonospora cubensis*) in cucumber cultivation (*Cucumis sativus* L.). *Bionatura* 2020;5(2):1101-5. DOI: <https://doi.org/10.21931/RB/2020.05.02.3>
10. Gabriel Ortega J, Valverde LA, Indacochea Ganchozo B, Castro Piguave C, Vera Tumbaco M, Alcívar Cobeña J, et al. Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios [Internet]. Guayaquil: Editorial Grupo Compás; 2021 [citado 12 de mayo de 2019]. 207 p. Recuperado a partir de: <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/625>
11. Pérez Castillo RD. Desarrollo de una fertilización química para la producción de melón (*Cucumis melo* L.) bajo invernadero [tesis licenciatura]. [Jipijapa]: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2020 [citado 08 de abril de 2019]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2474>
12. Banchon Toro JR. Evaluación y selección de cultivares híbridos de melón (*Cucumis melo* L.) en condiciones de invernadero en la zona de Puerto La Boca, Manabí [tesis licenciatura]. [Jipijapa]: Universidad Estatal del Sur de Manabí; 2018 [citado 24 de junio de 2019]. Recuperado a partir de: <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1379?mode=full>
13. Boardman AE, Greenberg DH, Vining AR, Weimer DL. Cost-benefit analysis: concepts and practice [internet]. London: Cambridge University Press; 2018. 520 p. DOI: <https://doi.org/10.1017/9781108235594>
14. Medrano Echalar AM, Ortuño N. Control del Damping off mediante la aplicación de bioinsumos en almácigos de cebolla en el Valle Alto de Cochabamba-Bolivia. *Acta Nova* 2007;3(4): 660-79.
15. Gabriel Ortega J, editor. Libro verde: Agro-UNESUM informa. producción de hortalizas de calidad en condiciones de invernadero [Internet]. Guayaquil: Editorial Grupo Compas; 2021 [citado 22 de junio de 2019]. 212 p. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/publication/350327892_Libro_verde_Agro_-UNESUM_informa
16. Cod R. An introduction to SAS university edition [Internet]. North Carolina: SAS Institute; 2018 [cited October 5, 2019]. Retrieved from: <https://www.oreilly.com/library/view/an-introduction-to/9781629600079/>
17. Bazán Quintana DA. Cuatro niveles de fertilización de N-P-K en el cultivo de melón (*Cucumis melo* var. *reticulatus* L.) bajo las condiciones del Valle de Cañete [tesis licenciatura]. [Lima]: Universidad Nacional Agraria La Molina; 2015 [citado 8 de julio de 2019]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1630>
18. Charlo HCO, Galatti FS, Braz LT, Barbosa JC. Net melon experimental hybrids cultivated in soil and substrate. *Rev Bras Frutic* 2011;33(1):144-56. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011005000028>
19. Pacheco-Avalos A, Quiroz C. Determinación de las curvas de absorción de macronutrientes (N, P,

- K, Ca y Mg) EN MELON (*Cucumis melo* L.) cv. honey dew green flesh bajo diferentes dosis de fertilización. En: Caribbean Food Crops Society, editores. Proceedings of the 26th Annual Meeting: July 29 to August 4, 1990. USDA-ARS-TARS [Internet]. Mayaguez: Puerto Rico; Caribbean Food Crops Society; 1990 [citado 3 de mayo de 2019]. p. 255-264. Recuperado a partir de: <https://ageconsearch.umn.edu/record/259347/>
20. Mateo Box JM, editor. Prontuario de agricultura. Cultivos agrícolas. Madrid: Mundiprensa; 2005. 976 p.
21. Necesidades nutricionales del melón [Internet]. PROAIN Tecnología Agrícola. 2020 [citado 5 de marzo de 2019]. Recuperado a partir de: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/necesidades-nutricionales-del-melon>
22. Massri, M. and Labban, L. Comparison of different types of fertilizers on growth, yield and quality properties of watermelon (*Citrullus lanatus*). *Agric. Sci* 2014;5(6):475-82. <https://doi.org/10.4236/as.2014.56048>
23. Barrientos MA. Cultivo protegido hidropónico de melón (*Cucumis melo* L.) en la zona norte de Costa Rica [tesis licenciatura]. Instituto Tecnológico de Costa Rica; 2013.
24. Monge-Pérez JE. Evaluación de 70 genotipos de melón (*Cucumis melo* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. *InterSedes* 2016;17(36):73-112. DOI: <https://doi.org/10.15517/isucr.v17i36.26944>
25. Castoldi R, Charlo HCO, Vargas PF, Braz LT. Quality of fruits of five musk melon cultivars in function of the number of fruits per plant. *Rev Bras Frutic* 2008;30(2):455-8. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200032>
26. Kumar M, Singh MK, Malik S, Prakash S, Baboo R. Studies on yield and economic returns of long melon as affected by nitrogen and phosphorus fertilization. *Prog Agric Internet*. 2007 [cited 2019 Oct 5]; 7(1-2):149-50. Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/319755583_STUDIES_ON_YIELD_AND_ECONOMIC_RETURNS_OF_LONG_MELON_AS_AFFECTED_BY_NITROGEN_AND_PHOSPHORUS_FERTILIZATION
27. González-Salas U, Gallegos-Robles MA, Preciado-Rangel P, García-Carrillo M, Rodríguez-Hernández MG, García-Hernández JL, et al. Efecto de fuentes de nutrición orgánicas e inorgánicas mezcladas con biofertilizantes en la producción y calidad de frutos de melón. *Terra Latinoam* 2021;39:e904. DOI: <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.904>

Nota del Editor:
Journal of the Selva Andina Biosphere (JSAB). Todas las afirmaciones expresadas en este artículo son únicamente de los autores y no representan necesariamente las de sus organizaciones afiliadas, o las del editor, editores y los revisores. Cualquier producto que pueda ser evaluado en este artículo, o la afirmación que pueda hacer su fabricante, no está garantizado o respaldado por el editor.