TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CULTIVO DE PAPAYA EN INVERNADERO EN EL TECNM-ROQUE

Camilo Velázquez Castro[1], Francisco Chablé Moreno[2], Estéfana Alvarado Bárcenas[2], Juan Héctor Balderas Can[2], Rodrigo Ramírez Rodríguez[2], Paulino Vega Rodríguez[2]

[1]Estudiante de la carrera de Hidrológicas TecNM-Roque, [2]Docentes del TecNM-Roque, carr. Celaya-JR, km.8, CP. 38110, Celaya, Guanajuato. mail de correspondencia: fchable4oct@hotmail.com

RESUMEN

En este ensayo se presenta el efecto de la fertilización orgánica y química en el desarrollo vegetativo y productivo en papaya, establecidas en el invernadero en el TecNM-Roque. Esta fruta posee propiedades nutricionales, como alto contenido de fibra dietaría, compuestos antioxidantes, vitaminas, minerales y enzimas que favorecen la función del sistema digestivo. El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con 5 tratamientos, empleando fertilización química y orgánica. Los parámetros evaluados: altura de planta, diámetro del tallo, número de frutos, peso frutos a cosecha (9-12 meses), longitud y diámetro de frutos, días a madurez. Los resultados del ANAVA a los 75 y 95 ddt, se obtuvo en la altura de la planta y diámetro del tallo y número de flores por planta, presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), la comparación de medias indica que la fertilización química y el lixiviado de lombriz favorecieron estas variables. En la etapa productiva todas las variables evaluadas presentaron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$); el número de frutos se vio favorecida con la fertilización química y la adición de lixiviado al 20%. El mayor peso de a los 270 ddt se obtuvo con la aplicación de lixiviado al 10 y 20% en ambos casos se mantuvo hasta los 360 días de corte de fruta. La maduración de las frutas se observó con el lixiviado en ambas concentraciones y esta fue más rápida. La utilización de lixiviado de lombriz favoreció la producción de papaya.

Palabras clave: *Fertilización, Rendimiento, Floración, Frutos, Lixiviado, Humus.*

ABSTRACT

This essay **presents** the effect of organic and chemical fertilization on the vegetative and productive development of papaya grown in a greenhouse at TecNM-Roque. This fruit possesses nutritional properties such as high dietary fiber, antioxidants, vitamins, minerals, and enzymes that support digestive function. The experiment was conducted in a completely randomized design with five treatments, using chemical and organic fertilization. The parameters evaluated included: plant height, stem diameter, number of fruits, fruit weight at

harvest (9-12 months), fruit length and diameter, and days to maturity. ANAVA results at 75 and 95 DAT were obtained for plant height, stem diameter, and number of flowers per plant. These showed statistically significant differences ($P \leq 0.05$). Comparison of means indicated that chemical fertilization and earthworm leachate favored these variables. During the productive stage, all variables evaluated showed highly significant differences ($P \leq 0.01$); fruit set was favored by chemical fertilization and the addition of 20% leachate. The highest fruit weight at 270 DAT was obtained with the application of 10% and 20% leachate in both cases, and this was maintained up to 360 days after fruit harvesting. Fruit ripening was observed more rapidly with both concentrations of leachate. The use of worm leachate favored papaya production.

Keywords: *Fertilization, Yield, Flowering, Fruits, Leachate, Humus*

INTRODUCCIÓN

La papaya es un fruto originario del sureste de México, Filipinas y Centroamérica (Koul *et al*., 2022). Es una fruta tropical de las más consumidas en el mundo (Aguilar et al., 2019), México ocupa el cuarto lugar por su producción mundial (FAOST, 2021) con 1,135,000 t, del cual el se exporta 203, 170 t a 15 países en el mundo que representa el 17 % de la producción nacional (SIAP, 2023; Aguilar et al., 2019). La variedad más dominante es la Maradol, que presenta cierta vulnerabilidad (Álvarez-Hernández *et al*,. 2024), pero de las más comerciales (Muñoz, 2011). Existen variedades como la amarilla, cera y mamey, con desventajas para el transporte. La producción se concentra en los estados de Guerrero, San Luis Potosí, Jalisco, Tamaulipas, Tabasco, Baja California Sur, Campeche, Estado de México, Morelos, Nayarit, Puebla, Quintana Roo, Sinaloa y Yucatán que aportan en la producción de papaya (SADER, 2024), en el 2022, se cosecharon 19 698 ha, donde destacan Veracruz, Colima, Michoacán, Oaxaca, Chiapas y Guerrero (SIAP, 2023), este cultivo se puede establecer en invernadero, que es una estrategia clave para optimizar su crecimiento y calidad.

La fertilización es esencial para incrementar los rendimientos en los cultivos (Álvarez-Hernández *et al*., 2011); Aguilar *et al*. (2019) aplicó la fórmula 18-46-00 donde especifica el empleo de 60+230+100 g/planta en tres fechas; pero señalan que el uso indiscriminado ha provocado serios problemas de contaminación (Quiñones *et al*., 2012), por lo que se ha optado en alternativas, como son los productos de origen orgánico o inoculantes biológicos. En Guanajuato este cultivo no se establece de manera comercial, no existe información al empleo de N, P, K, menos aún del empleo de fertilización orgánica para la producción de papaya. Con relación a N (Reddy et al., 1990; Escamilla et al., 2003) reportan que adelanta la floración e incrementa la producción de frutos, mencionan que 250 g por planta al año de nitrógeno es la dosis óptima para tener una producción de

56.640 t ha^{-1} en un periodo de 12 meses; por otra parte Werner (1992) en un rango de 50 a 150 kg ha^{-1} de N, incrementó en forma lineal la producción en papaya. La aplicación de la fórmula en la variedad Maradol 258-200-280, mejora los rendimientos de fruta (Escamilla et al., 2003; Bueno et al., 2004) que se comportaron superiores a la fertilización orgánica y a la foliar. Los micronutrientes se sugieren en las siguientes cantidades: Fe de 2 a 10 kg; Mn de 4 a 6 Kg; Zinc, de 4 a 12 kg; Cu de 0.5 a 4 kg; Bo de 1 kg a 3.5 kg; Mo hasta 0.5 kg las cantidades por ha. Existen propuestas de fertilización orgánica (abonos orgánicos + biofertilizantes) pueden incrementar la producción de papaya (Castañeda *et al*., 2023); la materia orgánica (compostas, lombricompostas, lixiviados), aportan al suelo beneficios, incrementa la producción de papaya (Rodríguez *et al*., 2011). Existen resultados que al utilizar lombricomposta estimuló el crecimiento de las plantas de papaya (Maruchi *et al*., 2008), el uso fertilización química en mezcla con citricomposta en papaya Maradol, alcanzaron una altura de 191.2 cm, diámetro de tallo de 10.2 cm, y con 40.6 frutos por plantas en Cuba. El cultivo de la papaya en El Bajío de Guanajuato en invernadero representa una alternativa e influir en la calidad del fruto. El objetivo de esta investigación es determinar, dosis de fertilización química y orgánica en condiciones de invernadero en la producción de papaya.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el TecNM/Instituto Tecnológico de Roque, el cual se ubica en el km 8 carret. Celaya-JR, Guanajuato, con ubicación geográfica de las coordenadas 20 581452, -100 826203, a una altura promedio de 1765 msnm con temperatura media anual de 18°C y precipitación media anual de 600 a 800 mm, Celaya se ubica la parte Central de Guanajuato donde y esta se caracteriza por corresponder a suelos de tipo vertisol, con altos contenidos de arcilla y a la zona de más baja altitud del estado de Guanajuato FAO-UNESCO (INEGI,1991).

La semilla de la variedad Maradol fue adquirida en Home Depot (HortaFlor), para asegurar una germinación eficiente las semillas se colocaron en una solución fungicida de Metacaptan fluable (Metaxicloro+Captan), al 1% (p/v), durante 3 minutos, de donde se extrajeron y dejó secar al medio ambiente. Previamente se habían preparado el sustrato de Peat moos® humedeciéndole con agua, hasta llevarla a capacidad de campo, donde se procedió al llenado de las charolas de unicel, donde se colocaron una semilla por cada cavidad de la charola de 98 cavidades.

La siembra se estableció el 26 de febrero de 2023, la emergencia inicio a los 21 dds (21 de marzo – 26 de marzo), el riego se aplicó en las charolas de germinación fue con una regadera manual en forma diaria, se

aplicó 4-5 L por charola. Después de los 21 días se inició la emergencia de la plántula, se dejó transcurrir otros 20 días, estas se transfirieron a vasos de unicel (1 L), donde se mantuvo hasta una altura de 15-20 cm, finalmente se transfirieron a bolsas negras (3 kg) hasta los 30 a 40 cm de altura, durante esta fase se dieron riegos continuos en forma diaria o cada tercer día dependiendo de las condiciones ambientales. El trasplante de plántulas jóvenes al invernadero fue a los 150 después de la emergencia y con 6-10 hojas, y con una altura de 30 a 40 cm, para se realizó cajetes de 40 cm de largo, ancho y profundidad, colocando en el fondo de cada cepa una cantidad 4 kg de estiércol composteado.

Después del trasplante se instaló el riego por goteo con un gasto de 8 L de agua por planta cada tres días, el establecimiento del sistema de goteo con un caudal de 90 L/h por gotero por un tiempo determinado de 20 min (30 L/pp), el suministro hídrico se aumentó de acuerdo al tamaño de la planta, la reinstalación del sistema de riego por microaspersión con un caudal de 160 L/h.

Los tratamientos evaluados fueron: 1) Fertilización orgánica (el humus lombriz 25 kg por planta), 2) Lixiviado de lombriz al 10%, 3) lixiviado de lombriz al 20%, 4) fertilización química 430-280-350, 5) Fertilización química y lixiviado al 20%. El control de plagas pulgón y araña roja se ha realizado con Cymbush (±)-Alfa-Ciano-3-fenoxibencil (±)-cis, trans-3-(2,2-diclorovinil)-2,2- dimetil ciclopropano carboxilato) y Malathion (Dietil (dimetoxifosfinotioiltio) succinato) en dosis de 0.7 ml y 1.5 ml por L de agua, se realizó la fumigación en el momento del inicio de la presencia los insectos. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco tratamientos y 7 plantas por cada tratamiento, dando un total de 35 unidades experimentales; las variables evaluadas fueron: Altura de planta (AltPl), Diámetro de tallo (DiáTa), Número de flores (NoFlo), Número de frutos (NoFru), diámetro de fruto (DiáFru), Longitud de fruto amarrado (LonFruAm), Número frutos 9 meses (NoFru9m), Longitud de fruta 9 meses(LonFru9m) Diámtero de frutas 9 meses (DiáFrut9m), Días a inicio de maduración de fruta (DiInMaFru), Número de frutos a 12 meses, Peso de fruta 12 meses (PeFru12m). El análisis estadístico fue mediante un ANAVA con el paquete estadístico SAS (v 9.1) para Windows y los tratamientos que arrojaron diferencias estadísticas se aplicó una prueba de comparación de medias Tukey (α 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los 75 días después del trasplante (ddt), las variables de altura de planta y diámetro de tallo presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), destacando el tratamiento de fertilización química como el más adecuado alcanzando (132.29 cm de altura y 7.38 cm de diámetro de tallo). Este comportamiento coincide con

lo observado por Hernández *et al*. (2011), quienes señalan que la aplicación de nitrógeno en etapas tempranas favorece el desarrollo vegetativo, resultados que no coinciden con Aguilar *et al*. (2019), quienes señalan que en genotipos de papaya empleando fertilizantes químicos, orgánicos y biológicos, no encontraron diferencias estadísticas en la altura ni en diámetro de tallo a los 125 ddt, en cultivo a campo abierto.

En este ensayo se observó además que el tratamiento 4 (lixiviado de lombriz 10%) hasta este momento de muestreo eran las plantas con menor altura con valor promedio de 101.2 cm, mientras que el empleo del tratamiento 4 (430-280-350) de la fertilización química se obtuvo la mayor altura con 132.2 cm en promedio. En el diámetro del tallo el mejor tratamiento fue el que correspondió al de la fertilización química; sin embargo, todos los tratamientos se agrupan en un solo grupo estadístico, el de menor valor promedio corresponde al tratamiento 3 (lixiviado de lombriz 20%) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) de plantas de papaya a los 75 dds en el ciclo (V-O, 2023) establecida en el TecNM-Roque.

Descrip	Trat	AltPl	DiáTa	NoFru	NoFlo	DiáFru	LongFruAm
430-280-350	4	132.29 a	7.38 a	7.42 a	14.00 a	1.38 a	2.98 a
Humus	1	123.35 ab	6.98 ab	5.28 a	12.42 a	1.21 a	2.40 a
FQ+LL20%	5	118.29 ab	6.54 ab	6.00 a	12.00 a	1.24 a	3.10 a
LL 10%	2	101.24 b	6.40 ab	6.00 a	16.42 a	0.97 a	2.57 a
LL 20%	3	121.14 ab	6.05 b	6.42 a	17.42 a	1.24 a	2.64 a

Los valores promedios en la misma columna con las mismas letras son estadísticamente iguales, DiaTa = Diámetro de tallo (cm), AltPl = Altura de planta (cm), NoFru = Número de frutos (promedio), NoFlo = Número de flores (promedio), DiaFru= Diámetro de frutos (cm), LongFru= Longitud de frutos (cm).

Los datos analizados a los 95 ddt, el ANAVA mostraron que el diámetro de tallo (DiáTa) y el número de flores (NoFlo) arrojaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$). La comparación de medias (Tukey α 0.05) determinó que el empleo de la fertilización química promovió el DiáTa, y el menor grosor del tallo corresponde a los tratamientos 3 y 5 ambos casos con lixiviado de lombriz al 20% pero el último con la interacción de la fertilización química (Cuadro 2). Resultados que no coinciden con Aguilar et al. (2019), quienes al evaluar fertilización química, orgánico y biológico no encontró diferencias estadísticas a los 125 días después del trasplante, pero los genotipos se comportaron de manera diferente productivamente.

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) de plantas de papaya a los 95 dds en el ciclo (V-O, 2023) establecida en el TecNM-Roque.

Descripción	Trat	Valores medios					
		AltPl	DiáTa	NoFru	NoFlo	DiáFru	LongFruAm
430-280-350	4	151.00 a	9.25 a	13.42 a	15.71ab	3.30 a	7.52 a

Humus	1	139.29 a	8.65 ab	10.14 a	15.71 ab	3.07 a	6.48 a
LL 10%	2	137.14 a	8.05 ab	13.85 a	18.57 a	2.74 a	7.27 a
LL 20%	3	133.00 a	7.72 b	10.42 a	15.42 ab	3.47 a	7.47 a
FQ+LL20%	5	131.86 a	7.68 b	14.28 a	14.01 b	3.25 a	2.64 a

Los valores promedios en la misma columna con las mismas letras, son estadísticamente iguales, 430-280-350 = Fertilización química (unidades de NPK), Humus = Dosis de 25 kg planta, LL10% = Lixiviado de lombriz 10%, LL 20% = Lixiviado de lombriz al 20%, FQ+LL20% = Fertilización química + Lixiviado de lombriz al 20%, DiáTa = Diámetro de tallo (cm), AltPl = Altura de planta (cm), NoFru = Número de frutos (µ), NoFlo = Número de flores (µ), DiaFru= Diámetro de frutos (cm), LongFru= Longitud de frutos amarrados (cm).

Los datos analizados de las variables de rendimiento a los 270 ddt, el ANAVA arrojaron diferencias estadísticas altamente significativas (P ≤ 0.01). La comparación de medias (Tukey α 0.05) se determinó que el empleo de la fertilización química promovió el DiáTa, y el menor grosor del tallo corresponde a los tratamientos 3 y 5 ambos casos con lixiviado de lombriz al 20% pero el último tratamiento con la interacción de la fertilización química (Cuadro 3).

Cuadro 3. Prueba de comparación de medias (Tukey α 0.05) de plantas de papaya a los 270 y 360 dds en el ciclo (I-O, 2023/2024) establecida en el TecNM-Roque.

Descripción	Trat	Valores promedios						
		NoFRu9m	PeFru9m	LonFru9m	DiámFru9m	DiInMaFru	NoFru12m	PeFru12m
430-280-350	4	39.14 a	1995.0 c	19.85 c	16.57 ab	279.00 a	10.14 bc	1585.4 c
FQ+LL20%	5	35.57 ab	2031.6 c	25.14 b	14.71 bc	214.85 c	14.57 a	1562.1 c
LL 10%	3	29.14 bc	3128.0 a	40.00 a	18.14 a	224.14 c	14.57 a	2665.1 a
Humus	1	27.42 bc	1044.0 c	21.57 c	13.14 c	252.71 c	6.42 c	916.7 d
LL 20%	2	25.00 c	2675.0 b	37.14 a	19.71 a	214.85 c	12.85 ab	2174.7 b

Los valores promedios en la misma columna con las mismas letras, son estadísticamente iguales, FQ+LL20% = Fertilización química más lixiviado de lombriz 20%, LL 10% = Lixiviado de lombriz al 10%, LL % = Lixiviado de lombriz al 20%, NoFRu9m = Número de frutos a los 9 meses después dl trasplante (µ), PeFru9m = Peso de fruto frutos a los 9 meses ddt (µ), LonFru9m = Longitud de fruta a 9 meses ddt (µ en cm), DiáFru9m = Diámetro de fruta a 9 meses ddt (µ), DiInMaFru = Días a inicio de maduración de fruta ddt (µ), NoFru12m = Número de frutos a los 12 meses (µ) y PeFru12m = Peso de frutas a los 12 meses (µ).

El desarrollo del cultivo de la papaya en condiciones de invernadero en la región de El Bajío Guanajuatense es un cultivo prometedor, aunque en este ensayo se obtuvieron rendimientos aceptables de hasta 35 a 48 kilogramos por planta, no se puede dejar pasar por desapercibido la presencia del ataque de mosquita blancas y arañas rojas como plagas potenciales que afectan drásticamente la producción de la fruta. Las aplicaciones de fertilización química y orgánica son relevantes en este resultado, existen daños por la presencia de insectos y enfermedades que ponen en riesgo estos resultados. Las condiciones climáticas como las bajas temperaturas es un factor que limita seriamente la productividad. Durante la fase de producción a los 270 y 360 ddt, se identificaron diferencias altamente significativas (P ≤ 0.01) en todas las variables productivas evaluadas. A los 9 meses, el mayor peso promedio por fruto (3128 g) y mayor longitud (40 cm) se logró con el tratamiento de lixiviado al 10%, seguido del lixiviado al 20%. Este hallazgo valida la afirmación de Rodríguez et al. (2011), quienes destacaron que la aplicación de materia orgánica líquida mejora la calidad de la fruta; pero que contrasta con Escamilla et al., (2003) quienes establecieron que la fertilización química fue superior a la orgánica

y a la foliar. Sin embargo, a los 12 meses, la combinación de lixiviado al 20% con fertilización química incrementó el número de frutos (14.57 por planta), aunque con menor peso unitario (1562.1 g), indicando un posible compromiso entre cantidad y tamaño.

Además, se observó que los tratamientos con aplicación de lixiviado aceleraron el inicio de la maduración, a diferencia de la fertilización química que tendió a prolongarla. Este fenómeno puede relacionarse con la presencia de compuestos bioactivos en el lixiviado, como hormonas naturales y microorganismos beneficiosos, que estimulan la actividad fisiológica de la planta (Acevedo y Pire, 2004). En estudios de Aguilar *et al*. (2019), no coinciden con los resultados de la evaluación de genotipos, al obtener diferencias por genotipo evaluado. Finalmente, aunque los resultados en invernadero son alentadores (rendimientos de hasta 48 frutos por planta), se destaca que la presencia de plagas como mosquita blanca y araña roja también afectó el desarrollo del cultivo, lo cual resalta la necesidad de integrar el manejo orgánico con prácticas fitosanitarias efectivas, lo mismo que la temperatura afecta drásticamente la floración y el desarrollo de la fruta en la época invernal.

Figura 1. Producción de papaya evaluando tratamientos orgánicos y químicos en el invernadero del TecNM-Roque: a) humus lombriz, b) Lixiviado de lombriz al 10%, c) Lixiviado de lombriz al 20%, d) fertilización química 430-280-350, e) Fertilización química y lixiviado al 20%.

En estudios realizados por (Aguilar *et al*., 2019) de altura planta y diámetro de tallo no obtuvieron diferencias estadísticas en dos variedades evaluadas, en esta investigación los resultados son coincidentes dado que los tratamientos aplicados de fertilización química y orgánica fueron después del trasplante; sin embargo, la altura de la planta de la variedad Maradol 170 cm a los 150 ddt, superando la altura de planta por Aguilar *et al*, (2019). En la investigación realizada por (Aguilar *et al*., 2019) en cuanto a diámetro de fruto, se tuvo coincidencia en los resultados. Los resultados del presente trabajo muestran que el uso combinado de fertilización química (430-280-350) y lixiviado de lombriz (al 10% y 20%) tiene un efecto positivo significativo en el desarrollo vegetativo y productivo de la papaya variedad Maradol. Existe poca información de fertilización en papaya

Maradol, Hernández *et al*. (2011) señala que la etapa de crecimiento demanda N y posteriormente P y K (aunque los microelementos son esenciales en este frutal), el descenso temperatura (9-12°C), reduciendo la cantidad de fruta por planta, además de retardar la maduración y el contenido de grados Brix se reduce, la fruta producida durante la época invernal es dura e insípida, por lo que se requiere más tiempo de permanencia en la planta.

CONCLUSIONES

La variedad maradol se desarrolló vegetativa y reproductivamente adecuadamente en el invernadero.

A los 75 días después del trasplante se observó que la fertilización química y la aplicación de humus de lombriz favorecieron la altura de la planta y el diámetro de tallo en las plantas de papaya.

A los 95 ddt el diámetro del tallo numéricamente la fertilización química fue superior al mostrar un mayor desarrollo, mientras que el número de flores la aplicación del lixiviado de lombriz incremento el número de flores por plantas, la aplicación de lixiviado al 20% con la mezcla de fertilización química fueron los de menor valor.

El número de fruto en promedio por planta se obtuvieron en mayor cantidad con el uso de la fertilización química y con la adición de lixiviado de lombriz al 20%.

En el peso del fruto a los 270 se observó que la aplicación de lixiviado al 10 y 20% favoreció esta variable, comportamiento que se observa hasta los 360 días de corte de fruta.

El inicio de la maduración de las frutas se observó que con el empleo de fertilización química se prolongó por más tiempo, mientras que cuando se empleó la aplicación en forma líquida la maduración de las frutas fue más rápida.

La utilización de lixiviado de lombriz en ambas concentraciones favoreció la producción de papaya.

Las temperaturas bajas de época invernal afectan la calidad de la fruta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez-Hernández JC; Castillo-Martínez CR; Apaez-Barrios M (2024). Evaluación de líneas seleccionadas de papaya para la conservación de características deseables. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 15(5) e 3723. https://doi.org/10.29312/remexca.v15i5.3723

Álvarez-Hernández JC; Munro-Olmos D (2011). Relación entre el contenido de nitrógeno en peciolos y producción de frutos de papaya. Revista Bio Ciencias. 1(3):18-26.

Aguilar CC; Alcántara JJA; Leyva BS; Ayvar SS; Díaz VGE (2019). Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 10 (3): 575-584.

Bueno-Jaquez JE; Alonso-Pérez A; Volke-Haller V; Gallardo-López F; Ojeda-Ramírez MM; Mosqueda-Vázquez, R (2004). Respuesta del papayo a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en un luvisol. Terra Latinoamericana, 23: 409-415.

Damasceno JPC; Santana PTN; Gonzaga P M (2018). Estimation of geneticparameters of flower anomalies in papaya. Crop breeding and applied biotechnology.18(1):9-15. http://dx.doi.org/10.1590/1984-70332 018v 18n1a2

Escamilla, García, JL.; Saucedo V, C.; Martínez, D.Ma. T.; Martínez, G.Á.; Sánchez, G. P.; Soto H. R. M. (2003). Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya cv. Maradol. Terra Latinoamericana, 21 (2): 157-166.

FAOSTAT (2021). Estadísticas de la producción mundial de papaya. https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL

Hernández, C. A; Lugo, A, A., Ovando, C, M.E. (2011). Manual del paquete tecnológico de altos rendimientos en el cultivo de la papaya maradol para el estado de Morelos. Folleto para productores No. 57. 47 p.

Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. (s.f.). Proyecto de innovación y trasferencia de tecnología de la papaya operado por el Cuerpo Académico Desarrollo Rural y Manejo Sustentable de Agroecosistemas, línea de investigación: Sociedad y desarrollo. Dr. Ernesto Castañeda Hidalgo (2023) https://www.voaxaca.tecnm.mx/proyecto-de-innovacion-y-trasferencia-de-tecnologia-de-la-papaya-operado-por-el-cuerpo-academico-desarrollo-rural-y-manejo-sustentable-de-agroecosistemas-linea-de-investigacion-sociedad-y-desarroll/

Koul B; Pudhuvai B; Sharma C; Kumar A; Sharma V; Yadav D; Jin JO (2022). Carica papaya L.: A Tropical Fruit with Benefits beyond the Tropics. Diversity 2022, 14, 683. https://doi.org/10.3390/d14080683

Maruchi AE; Tornet QY; Ramos RR; Farrés AE; Aranguren GM; Rodríguez MD (2008). Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. Agric. Téc. Méx. 34(3):333-339.

Martin-Mex R; Nexticapan-Garcéz A; Herrera-Tuz R; Vergara-Yoisura S; Larqué-Saavedra A (2018). Efecto positivo de aplicaciones de ácido salicílico en la productividad de papaya (Carica papaya). Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(8):1637-1643.

Muñozcano RM (2011). Producción de plántulas y establecimiento de nueva variedad de papaya. Centro de Validación y Transferencia de Tecnología de Sinaloa, AC. Fundación Produce Sinaloa AC. Sinaloa. México. 6 p.

Rodríguez MA; Rodríguez NA; Dibut ÁB; Arozarena DN; Lino A; Aile de la CV; Rodríguez MA; Martínez A; Montero L; García M X; Rodríguez J (2011). Manejo agroecológico de la nutrición de papaya “Maradol roja” en

plantaciones de ciclo corto. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. Habana, Cuba. 10 p.

SADER (2024). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. México. https://www.gob.mx/agricultura

SIAP (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Atlas agroalimentario. 1ra. Ed. Ciudad de México. 231 p.

SIAP (2023). Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SAGARPA. México. http://www.siap.sagarpa.gob/mx/ar-comanuar.html

Quiñones AEE; Hernández AE; Rincón EG; Ferrera CR (2012). Interacción de hongos micorrízicos arbusculares y fertilización fosfatada en papaya. Terra Latinoam. 30(2):165-176.

Quiñones AEE; López PL; Hernández AE; Ferrera CR; Rincón EG (2014). Simbiosis micorrízica arbuscular y fuentes de materia orgánica en el crecimiento de *Carica papaya* L. Interciencia. 39(3):198-204.