



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y
AMBIENTALES**

MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y GESTIÓN LOCAL

**RESPUESTA PRODUCTIVA DE TRES VARIEDADES DE PAPAYA (*Carica
papaya* L.) CON DIFERENTE MANEJO, EN EL TRÓPICO SECO**

Por

OSCAR BIBIANO NAVA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA
OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y GESTIÓN LOCAL

DIRECTOR DE TESIS: DR. ELÍAS HERNÁNDEZ CASTRO

IGUALA DE LA INDEPENDENCIA, GUERRERO, MÉXICO, MAYO DE 2021.

APROBACIÓN

Los miembros del comité designado para la revisión de la tesis del Ing. Oscar Bibiano Nava la han encontrado satisfactoria y recomiendan que sea aceptada como requisito para obtener el grado de Maestro en Ciencias.



Dr. Elías Hernández Castro
Director de Tesis



Dr. Rafael Ariza Flores
Co-Director de Tesis



Dra. María de los Ángeles Maldonado Peralta
Asesora



Dr. Gregorio Sarabia Ruíz
Asesor



Dr. José Luis Valenzuela Lagarda
Asesor

AGRADECIMIENTOS

Al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo financiero que nos aportaba a través de su beca sin la cual no hubiese podido haber realizado mis estudios de maestría.

A la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la Universidad Autónoma de Guerrero por darme la oportunidad de formar parte de su comunidad y obtener el grado de Maestro en Ciencias.

A mi Director de tesis el Dr. Elías Hernández Castro, por su constante apoyo y disponibilidad en los momentos más importantes del desarrollo del presente estudio.

A mi Co-Director de tesis el Dr. Rafael Ariza Flores, por su apoyo y por otorgarme las herramientas necesarias para la materialización de esta investigación.

A mis asesores la Dra. María de los Ángeles Maldonado Peralta, el Dr. Gregorio Sarabia Ruíz & el Dr. José Luis Valenzuela Lagarda por sus enseñanzas, dedicación y acertadas observaciones en la redacción de esta tesis, por todas sus valiosas aportaciones gracias.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias campo experimental Iguala, al Dr. Rubén Santos Echeverría director de dicho instituto por darme la oportunidad de establecer mi experimento en sus instalaciones y brindarme las facilidades necesarias para realizar mi investigación, a Gerardo Martínez Aránda “Don Gera” quien ahí labora, por apoyarme con el manejo de la parcela cuando lo necesitaba, gracias.

Al equipo administrativo de la MCAyGL, la Lic. María Del Carmen Albarrán Onofre y la Maestra Blanca Itzel López Díaz, quienes siempre nos recibían en la oficina con mucha amabilidad con una gran sonrisa y sin importar la hora y el día siempre estuvieron para auxiliarnos.

A mis amigos y compañeros el Ing. Jesús Emmanuel Santos Hernández, Ing. Reyna Elizabeth Zetina Martínez, Ing. Leonor Bonilla Vega, Ing. Emilia Fernanda Flores Bernal, M.C. Ángel Eduardo Muñís Villalobos, M.C. Nancy Lizbeth Hernández Valladares, Ing. Miguel Ángel

Albarrán Marchan, quienes en algún momento del proceso de mi investigación aportaron un poco de su esfuerzo para apoyarme a sacar adelante este trabajo.

A mis compañeros y amigos del Centro Regional de Educación Superior Campus Cruz Grande de la Costa Chica de Guerrero, Víctor Manuel Rivera Castro, José Fernando Santiago Vázquez, Alberto Pacheco Quinarez, Itzel Gabriela Santiago Vázquez, Adriana Bailón Casarrubias, Samanta Marel Ventura Gatica, quienes sin importar las largas jornadas de trabajo me apoyaron con su esfuerzo y dedicación en la etapa de análisis de la calidad de los frutos.

DEDICATORIA

Todo mi esfuerzo y mi perseverancia que se ve plasmado en este trabajo va dedicado principalmente para mis tíos Fidel Nava Valente†, su esposa María Bianey Torres Bracamontes† y Eleazar Valente Lozano† a quienes se les recordara por siempre con esa alegría que ellos solían brindarnos en cada visita, esto va para ustedes.

Para mi abuelita Emiliana Valente Lozano a quien admiro por su gran capacidad de amar a sus hijos y a sus nietos, por su gran fortaleza ante las circunstancias más severas que ha enfrentado.

Para mis padres Oscar Bibiano Moreno y María Elia Nava Valente, ellos son la razón por la cual sigo adelante superando cada meta que me propongo, pues cada victoria y cada éxito que he alcanzado también les pertenece.

Para mis hermanos Andre Bibiano Nava y Julio Cesar Bibiano Nava, demostrándoles que es posible cumplir siempre lo que te propongas.

Para mis tías Rosa Elva Nava Valente, Patricia Nava Valente y mi tío Miguel Ángel Nava Valente porque me han enseñado que para la familia siempre debemos estar de manera incondicional.

Altruismo, orden y progreso.

–Aguste Comte

RESUMEN GENERAL

La papaya (*Carica papaya* L.) tiene su origen en Mesoamérica y se distribuye desde el sureste de México y hasta Costa Rica, es uno de los principales frutos tropicales producidos en el mundo. El objetivo de este estudio fue evaluar el desarrollo vegetativo, la calidad de fruto bajo manejo convencional, la calidad de frutos bajo manejo orgánico de las variedades de papaya Maradol, Maradona-F1 y Bela Nova-F1, también realizar un análisis del sistema producto papaya en comunidades del municipio de Florencio Villarreal en la Costa Chica del estado de Guerrero. Se encontraron resultados en altura de planta, en la que Maradol presentó el mayor porte en la última medición (195.5 cm); en diámetro de tallo Maradona-F1 fue mayor en las nueve mediciones y presentó el mayor grosor en el noveno mes (11.4 cm); en longitud del peciolo Maradona-F1 alcanzó el promedio mayor en el mes siete (70.0 cm); de manera general se encontraron los valores más altos en ancho de hoja y longitud de hoja, en Maradona-F1; en número de hojas Maradol alcanzó 34.9 hojas en el mes nueve; el híbrido Bela Nova-F1 presentó 32.6 frutos amarrados; Maradona-F1 presentó el mayor rendimiento (78.67 t/ha); el mayor contenido de clorofila se presentó en la variedad Maradol; en área foliar Maradona-F1 alcanzó 1458.8 cm²; Maradona-F1 presentó mayor biomasa seca en hojas (841.2 g), y en raíz (646.4 g) en biomasa de tallo Maradol alcanzó 1020.1 g. Con respecto a los parámetros de calidad de fruto se observó que Maradona-F1 presentó 31.04 mm; en pérdida de peso Bela Nova-F1 presentó el menor porcentaje al día 15 (16.3 %); las variedades Maradona-F1 y Bela Nova-F1 mantuvieron mayor firmeza en cascara con rangos al día 0 al 15 de 10.9, 11.0 N y en pulpa de 6.8 y 6.5 N respectivamente; en los sólidos solubles totales el valor más alto lo alcanzó Bela Nova-F1 (13.37 °Brix) en el día 9; los rangos más altos en la densidad de pulpa del día 0 al 9 los presentó Bela Nova-F1 de 0.53 a 0.62 g cm⁻¹; la variedad Bela Nova-F1 mantuvo los valores más bajos en acides titularle con respecto al tiempo; el valor más bajo en pH en el día 9 lo presentó Bela Nova-F1 (5.46); en la coloración de la cascara la variedad Bela Nova-F1 presentó una coloración amarillo más intensa y con mayor luminosidad (L*) en el último día de evaluación (L*: 65.60; a*: 18.45; b*: 55.86), en cambio Maradona-F1 presentó tonos más rojizos (a*: 23.77); en el día 15 los colores de la pulpa de tonalidades rojizas y amarillas más intensos los expresó la variedad Maradona-F1 (a*: 48.45; b*: 54.57). En la evaluación de la calidad de frutos bajo manejo orgánico se observó que Maradona-F1 presentó los valores más altos en diámetro máximo (11.8 cm), sin

embargo, Maradol fue superior en diámetro mínimo (9.0 cm); en largo máximo, Maradona-F1 y Bela Nova-F1 expresaron valores similares (21.9 cm; 21.9 cm), al igual que en el largo al diámetro máximo (14.7; 14.3 cm); en peso de fruto se observó que Maradona-F1 presentó 1447 g. En grosor de pulpa Maradona-F1 fue mayor (27.94 mm); el valor más intenso en L* lo presentó Maradol, sin embargo, Bela Nova-F1 tubo los valores más altos en a* (39.82) y b* (54.17); el porcentaje más alto en acidez titulable lo expresó Bela Nova-F1 (0.14 %); el pH, más elevado lo obtuvo Maradol con un valor de 5.89; en sólidos solubles totales (°Brix) el híbrida Bela Nova-F1 expresó un valor más elevado con 13.0 °Brix. De manera general se observó que las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 presentaron el mejor comportamiento en el desarrollo vegetativo y en la calidad tanto del manejo convencional como en el manejo orgánico. Al analizar el sistema producto papaya en el municipio de Florencio Villarreal en la Costa Chica del estado de Guerrero, analizando los datos personales de los productores nos dimos cuenta del nivel de experiencia con el que cuentan, se observó que la mayoría de los productores son adultos jóvenes; mantienen solo una hectárea cultivada; también se encontró que en los aspectos de manejo del cultivo realizan barbecho con maquinaria; por otro lado, en la elección de la semilla se encontró que compran la semilla y la producen; todos ellos cultivan la variedad de papaya Maradol; en el aspecto fitosanitario se encontró que una de las principales causas que afectan su producción es la enfermedad causada por el virus de la mancha anular del papayo; otro de los problemas que enfrentan es la comercialización debido a que la mayoría de ellos vende a intermediarios pagándola a precios muy bajos y siendo estos intermediarios los que se llevan los mejores beneficios económicos. Se concluye mencionando que a los productores les hace falta desarrollar su capacidad tecnológica en el manejo al igual que su capacidad organizativa, sin embargo, se espera que en el futuro se presente una organización para mejorar el desarrollo de sus sistemas productivos.

Palabras clave: *Carica papaya* L. desarrollo vegetativo, calidad de fruto, características fisicoquímicas, manejo orgánico, situación de la producción de papaya.

CONTENIDO

APROBACIÓN.....	1
AGRADECIMIENTOS.....	2
DEDICATORIA.....	4
RESUMEN GENERAL.....	5
I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	12
II. OBJETIVOS.....	15
2.1. Objetivo general.....	15
2.2. Objetivos específico.....	15
III. HIPÓTESIS.....	16
3.1. Hipótesis general.....	16
3.2. Hipótesis específicas.....	16
IV. JUSTIFICACION.....	17
V. REFERENCIAS.....	18
VI. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE TRES CULTIVARES DE PAPAYA EN EL TRÓPICO SECO.....	20
6.1. Resumen.....	20
6.2. Introducción.....	21

6.3. Materiales y Métodos.....	22
6.3.1. Sitio del experimento.....	22
6.3.2. Material genético.....	22
6.3.3. Manejo.....	22
6.3.4. Variables de estudio.....	23
6.3.5. Diseño experimental.....	24
6.4. Resultados y Discusión.....	24
6.4.1. Altura de planta.....	24
6.4.2. Diámetro de tallo.....	26
6.4.3. Longitud de peciolo.....	28
6.4.4. Ancho de hoja y Longitud de hoja.....	30
6.4.5. Número de hojas.....	31
6.4.6. Número de botones florales, número de flores y número de frutos amarrados.....	33
6.4.7. Rendimiento.....	35
6.4.8. Cantidad relativa de clorofila.....	37
6.4.9. Estimación del área foliar.....	40
6.4.10. Biomasa seca.....	41
6.5. Conclusiones.....	44
6.6. Referencias.....	45
VII. CALIDAD DE FRUTOS DE TRES VARIEDADES DE PAPAYA.....	51
7.1. Resumen.....	51
7.2. Introducción.....	52
7.3. Materiales y Métodos.....	53
7.3.1. Materiales genéticos.....	53
7.3.2. Manejo.....	53
7.3.3. Variables de estudio.....	54
7.3.4. Diseño experimental.....	55
7.4. Resultados y Discusión.....	55

7.4.1. Dimensiones de fruto.....	55
7.4.2. Peso de fruto.....	56
7.4.3. Grosor de pulpa.....	57
7.4.4. Pérdida de peso de fruto.....	58
7.4.5. Firmeza de cascara y pulpa de fruto.....	60
7.4.6. Sólidos solubles totales.....	63
7.4.7. Densidad de pulpa.....	64
7.4.8. Acidez titulable.....	65
7.4.9. pH.....	66
7.4.10. Color de cascara y de pulpa.....	68
7.5. Conclusión.....	72
7.6. Referencias.....	73

VIII. CALIDAD EN FRUTOS DE VARIEDADES DE *Carica papaya* L. BAJO

MANEJO ORGÁNICO..... 80

8.1. Resumen.....	80
8.2. Introducción.....	81
8.3. Materiales y Métodos.....	82
8.3.1. Materiales genéticos.....	82
8.3.2. Manejo orgánico.....	83
8.3.3. Análisis postcosecha.....	84
8.3.4. Variables de estudio.....	84
8.3.5. Diseño experimental.....	85
8.4. Resultados.....	85
8.4.1. Diámetro máximo.....	85
8.4.2. Diámetro mínimo.....	85
8.4.3. Largo máximo.....	85
8.4.4. Largo al diámetro máximo.....	86
8.4.5. Peso de fruto.....	86
8.4.6. Grosor de pulpa.....	86

8.4.7. Color de pulpa.....	86
8.4.8. Acidez titulable.....	87
8.4.9. Cuantificación del pH.....	87
8.4.10. Solidos solubles totales (°Brix)..	87
8.5. Discusión.....	88
8.5.1. Diámetro máximo.....	88
8.5.2. Diámetro mínimo.....	88
8.5.3. Largo máximo.....	89
8.5.4. Largo al diámetro máximo.....	89
8.5.5. Peso de fruto.....	89
8.5.6. Grosor de pulpa.....	90
8.5.7. Color de pulpa.....	91
8.5.8. Acidez titulable.....	91
8.5.9. Cuantificación del pH.....	92
8.5.10. Solidos solubles totales (°Brix)	92
8.6. Conclusión.....	93
8.7. Literatura Citada.....	94

IX. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE PAPAYA (*Carica papaya* L.) EN LA ZONA DELTA DEL MUNICIPIO DE FLORENCIO VILLAREAL: UN ANÁLISIS DE CASO..... 99

9.1. Resumen.....	99
9.2. Introducción.....	100
9.3. Metodología.....	101
9.3.1. Condiciones agroclimática y área en estudio.....	101
9.3.2. Descripción del sistema productivo de papaya en Florencio Villarreal.....	101
9.4. Resultados.....	102
9.4.1. Aspectos generales.....	102
9.4.1.1. Localidades a la que pertenecen los productores.....	102
9.4.1.2. Edad de los productores.....	102

9.4.1.3. Nivel de educación.....	102
9.4.1.4. Actividad secundaria.....	102
9.4.1.5. Años dedicado a la producción de papaya.....	102
9.4.1.6. Superficie cultivada.....	103
9.4.2. Preparación de la parcela.....	103
9.4.2.1. Preparación del suelo.....	103
9.4.3. Elección y análisis del cultivo.....	103
9.4.3.1. Obtención de la semilla.....	103
9.4.3.2. Variedad de papaya.....	104
9.4.3.3. Sistema de riego.....	104
9.4.3.4. Cantidad de riegos semanales.....	105
9.4.4. Aspectos fitosanitaria.....	105
9.4.4.1. Principales plagas y enfermedades.....	105
9.4.4.2. Plaguicida que utiliza para el manejo fitosanitario.....	106
9.4.4.3. Control de maleza.....	106
9.4.5. Nutrición del cultivo.....	106
9.4.5.1. Fertilizaciones realizadas por ciclo.....	106
9.4.6. Producción y mercado.....	107
9.4.6.1. Cantidad de papaya que produce al año.....	107
9.4.6.2. Modelo de sistema producto papaya.....	107
9.5. Conclusión.....	109
9.6. Referencias.....	110
X. CONCLUSIÓN GENERAL.....	113
XI. ANEXO.....	114

I. INTRODUCCIÓN GENERAL

La papaya (*Carica papaya* L.) tiene su origen en Mesoamérica y se distribuye desde el sureste de México y hasta Costa Rica (Scheldeman *et al.*, 2011), es uno de los principales frutos tropicales producidos en el mundo, siendo México el mayor exportador, con una cantidad de 160,000 t exportadas principalmente a Estados Unidos de América, se estima que en 2019 destinó el 99 % de sus exportaciones a ese país (FAO, 2020). Para México es un cultivo de mucha importancia debido a que durante 2019 se posicionó en el cuarto lugar en a nivel mundial con una producción de 1,083,133 t solo por debajo de India (6,050,000 t), Republica Dominicana (1,171,336 t) y Brasil (1,161,808 t), (FAO, 2019). La nación cuenta con 19,858.39 ha sembradas, donde los estados con mayor producción son: Oaxaca (323,614.43 t), Colima (192,080.34 t), Chiapas (153,392.58 t), Veracruz (112,233.67 t), Michoacán (115,567.62 t) y Guerrero (48,450.50 t), este último ocupa el 6to lugar en cuanto a producción, aportando un 4.49 % a la producción nacional total (SIAP, 2019). La alta demanda de este fruto se debe a que contiene propiedades organolépticas agradables para los consumidores, además proporciona grandes aportes nutrimentales en la alimentación humana debido a que contiene minerales y vitaminas necesarias para el funcionamiento del organismo (Nwofia *et al.*, 2012). Toda esta producción convencional tiene severas repercusiones en el ambiente e incluso en los sistemas productivos particulares ya que parte de los fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas pueden alcanzar cuerpos de aguas superficiales y subterráneos, así como también afectar a los suelos, haciéndolos estériles e improductivos, de igual manera puede alcanzar a la flora y fauna local e incluso afectar a los propios productores (Zamilpa *et al.* 2016). Lamentablemente en la actualidad la producción orgánica de papaya es muy baja, tan solo durante 2019 se produjeron 336 t y esto solamente correspondió al 0.03 % de la producción convencional nacional (SIAP, 2019). De las variedades de papaya cultivadas en México, la Maradol ocupó una superficie de 19,502.59 ha, siendo esta la de mayor producción en el país pues representa el 98.2 % de la superficie cultivada en la nación (SIAP, 2019). Esto debido a que la variedad Maradol posee características agronómicas, de rendimiento y de calidad adecuadas para el mercado mexicano y extranjero (Posada *et al.*, 2010), sin embargo, la variedad Maradol presenta mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades, provocando grandes pérdidas a los productores, aunado a esto la papaya es un fruto climatérico y tiene una alta tasa de

respiración, (Lelievre *et al.*, 1997), esto implica que si no se tiene un manejo postcosecha adecuado puede generar grandes pérdidas. Se estima que las pérdidas poscosecha oscilan del 10 al 50 %, esto es causado por diferentes factores, de entre los más importantes se encuentran los daños mecánicos en el manejo del fruto, cambios drásticos de temperatura, contaminación por patógenos y corta vida de anaquel (Suárez-Quiroz *et al.*, 2013). Otras dificultades importantes que interfieren con el desarrollo y producción de este cultivo son los asuntos sociales como falta de organización, la falta de tecnologías agrícolas y el escaso apoyo o financiamiento a los pequeños productores (Basurto y Escalante, 2012). Es de suma importancia atender las problemáticas que se generan en el sistema producto papaya, sobre todo considerando que a nivel nacional este cultivo generó \$6,317,818.86 y en el estado de Guerrero se estimó un valor de producción de \$339,198.53 (SIAP, 2019).

Como alternativa a esta serie de problemáticas en el desarrollo vegetativo en campo, la producción, el manejo convencional del cultivo, las pérdidas poscosechas y los problemas en las zonas productoras de papaya, se deben de realizar una serie de estudios que resuelvan total o por lo menos parcialmente dichas problemáticas es por ello que en este trabajo de investigación se evaluaron las características agronómicas como el crecimiento y desarrollo vegetativo al igual que la vigorosidad y el rendimiento son importantes debido a que en la actualidad se requieren alternativas a las variedades convencionales que pudieran hacer frente a los problemas fitosanitarios y productivos que hoy en día están presentes y afectan al sector productivo de este cultivo (Alonso *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2013; Flores-Bautista *et al.*, 2018) a su vez evaluar la calidad de sus frutos estudiando parámetros como tolerancia a enfermedades, que expresen una alta vida de anaquel y que a su vez mantengan una buena calidad fisicoquímica del fruto (Alonso *et al.*, 2009; Santamaría *et al.*, 2015). De igual manera es importante la evaluación del comportamiento de dichas variables bajo manejos alternativos como la producción orgánica para reducir los impactos ambientales, aportando beneficios como la reducción de la erosión, el incremento de la biodiversidad y fertilidad del suelo (Zamilpa *et al.* 2016). Es importante estudiar el comportamiento en el crecimiento y desarrollo en campo de nuevas variedades híbridas con antecedentes de tolerancia a enfermedades, un alto vigor híbrido una alta productividad y que mantengan una buena respuesta en su calidad bajo manejo postcosecha, dichas características las poseen las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 (East West Seed, 2020). Otro punto muy

importante es conocer la situación actual de la producción del cultivo de papaya en las regiones del estado, en especial aquellos municipios con las condiciones adecuadas para la producción pero que a su vez mantienen un alto índice de marginación como el municipio de Florencia Villareal en la Costa Chica (Morales-Hernández, 2015), con el fin de identificar desde el punto de vista de los productores las principales problemáticas que enfrentan y mantienen estancado el desarrollo económico y tecnológico de este cultivo en esa zona.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar, la respuesta productiva de las variedades de papaya (*Carica papaya* L.) Maradol, Maradona-F1 y Bela Nova-F1 bajo manejo convencional y orgánico en Tuxpan, Guerrero; así como analizar la situación actual de los sistemas productivos en el municipio de Florencio Villarreal en la Costa Chica de Guerrero.

2.2. Objetivos específico

- Evaluar el desarrollo vegetativo, estimar el rendimiento y estudiar la respuesta fisiológica de las tres variedades bajo manejo convencional.
- Determinar la calidad de fruto de las tres variedades producidas con manejo convencional.
- Determinar la calidad de fruto de las tres variedades producidas bajo manejo orgánico.
- Analizar la situación actual del cultivo de papaya en los sistemas productivos de la zona delta del municipio de Florencio Villarreal en la costa chica del estado de Guerrero.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Se observará de manera general una mejor respuesta de las variedades Maradona-F1 y Bela Nova-F1.

3.2. Hipótesis particulares

- Las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 tendrán mejor respuesta en la evaluación del desarrollo vegetativo, el rendimiento y la fisiología
- Presentaran una mejor calidad de fruto las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1.
- Se observará mejor calidad en frutos de las variedades en Maradona-F1 y Bela Nova-F1 en manejo orgánico.
- Los productores de papaya de la zona delta del municipio de Florencio Villarreal no contarán con un aprovechamiento óptimo en sus sistemas productivos de papaya.

IV. JUSTIFICACION

Las variedades híbridas de papaya Maradona-F1 y Bela Nova-F1 tienen antecedentes de tolerancia a enfermedades, alta productividad y buena calidad de frutos por esta razón podrían ser una opción para la producción a variedades convencionales y susceptibles a enfermedades como Maradol. La producción convencional ha traído consigo graves consecuencias a los sistemas productivos y a los recursos naturales, es por ello la importancia de evaluar el comportamiento de las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 bajo manejo orgánico como una alternativa a la producción agrícola convencional. El municipio de Iguala de la Independencia Guerrero, cuenta con las condiciones agroclimáticas necesarias para la producción de este cultivo, se ha observado la respuesta del desarrollo de la planta y la calidad de los frutos de estas. Las variables de desarrollo vegetativo como la altura de planta, el diámetro de tallo, el número de hojas, las dimensiones de la hoja, el nivel de clorofila, el área foliar, la biomasa y el rendimiento, al igual que los parámetros que se evalúan para determinar la calidad de fruto en almacenamiento como las dimensiones del fruto, la pérdida de peso, la firmeza, la coloración externa e interna del fruto, su acidez y sus niveles de azúcares, nos dan un indicio de cómo se comporta la planta bajo las condiciones climáticas de trópico seco y en base a su respuesta se observa si es conveniente o no la producción en esta región. También es importante conocer la situación del sistema producto papaya en regiones donde se cultiva, para encontrar la principal problemática y como beneficiar a los productores de esta zona con los resultados obtenidos en la presente investigación.

V. REFERENCIAS

- Alonso E. M; Tornet Q. Y; Ramos R. R; Farrés A. E; Aranguren G. M; Rodríguez M. D. 2008. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agricultura Técnica en México* 34 (3): 333-339.
- Alonso M; Tornet Y; Ramos R; Farrés E; Rodríguez D. 2009. Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense* 33 (2): 267-274.
- Basurto H. S; Escalante S. R. 2012. Impacto de la crisis en el sector agropecuario en México. *Economía UNAM* 9 (25): 51-73.
- East West Seed, 2021. Características de variedades de papayas. <https://lat.eastwestseed.com/crops/papaya> [28 de marzo de 2021]
- FAO, (2019). Crops. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QV> [22 de marzo de 2021].
- FAO, (2020). Análisis del mercado de las principales frutas tropicales de 2019. <http://www.fao.org/3/cb0834es/CB0834ES.pdf> [03 de abril de 2021].
- Flores-Bautista R; Ávila-Reséndiz C; Villanueva-Jimenez J. A. 2018. Comportamiento de accesiones nativas de *Carica papaya* inoculadas con PRSV-p mediante *Aphis nerii*. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 37 (1): 147-158.
- Flores-Bautista R; Ávila-Reséndiz C; Villanueva-Jimenez J. A. 2018. Comportamiento de accesiones nativas de *Carica papaya* inoculadas con PRSV-p mediante *Aphis nerii*. *Revista Mexicana de Fitopatología* 37 (1): 147-158.
- Lelievre J. M; Latche A; Jones B; Bouzayen M; Pech J. C. 1997. Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum* 101: 727- 739.
- Nwofia G. E; Ojmelukwe P; Eji C. 2012. Chemical composition of leaves, fruit pulp and seeds in some *Carica papaya* (L) morphotypes. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 2 (1): 200-206.

- Ostos A. S. L; Diaz M. A. C; Suarez M H. 2012. Evaluación de diferentes condiciones de proceso en la fortificación de mango (Tommy Atkins) con calcio mediante impregnación a vacío. *Revista Chilena de Nutrición* 39 (2): 181-190.
- Rodríguez D; Alonso M; Tornet Y; Valero L; Rainildes L. E; Pérez R. 2013. Evaluación de accesiones cubanas de papaya (*Carica papaya* L.) ante la mancha anular. *Summa Phytopathologica* 39 (1): 24-27.
- Santamaría F; Mirafuentes F; Zavala M. J; Vázquez E. 2015. Calidad de frutos de materiales comerciales de papaya roja producidos en Yucatán, México. *Agronomía Costarricense* 39 (1): 161-167.
- Scheldeman X; Kyndt T; Coppens d'E. G; Ming R; Drew R; Van Droogenbroeck B; Van Damme P; Moore P. H. 2011. Wild crop relatives: Genomic and breeding resources, Vasconcellea. In: Kole, C. (Ed.). *Tropical and subtropical fruits*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 213-249
- SIAP, (2019). Estadísticas de producción agrícola nacional. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [11 de julio de 2020].
- SIAP, (2019). Producción anual agrícola. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [5 de febrero de 2021].
- Suárez-Quiroz M; Mendoza-Bautista I; Monroy-Rivera J. Á; De la Cruz-Medina J; Ângulo-Guerrero O; González-Ríos O. 2013. Aislamiento, identificación y sensibilidad a antifúngicos de hongos fitopatógenos de papaya cv. Maradol (*Carica papaya* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 14 (2): 115-124.
- Zamilpa J; Schwentesius R. R; Ayala O. D. A. 2016. Estado de la cuestión sobre las críticas a la agricultura orgánica. *Acta Universitaria* 26: 20-29. DOI: 10.15174/au.2016.854.

VI. CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE TRES CULTIVARES DE PAPAYA EN EL TRÓPICO SECO

6.1. Resumen

La variedad de papaya ‘Maradol’ es la de mayor producción en México, debido a su alto rendimiento; sin embargo, es susceptible a plagas y enfermedades. Esta investigación tiene como objetivo estudiar el comportamiento de las variedades ‘Maradol’, ‘Maradona-F1’ y ‘Bela Nova-F1’ estas dos últimas con antecedentes de tolerancia a enfermedades y buena producción, como alternativa a variedades convencionales. El experimento se ubicó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, campo experimental Iguala. La parcela se estableció a 3.20 m de distancia entre hilera y a 1.50 m entre planta. Se evaluaron las variables altura de planta, en la que Maradol presentó el mayor porte en la última medición (195.5 cm); en diámetro de tallo la Maradona-F1 fue mayor a lo largo de las nueve mediciones y presentó el mayor grosor en el noveno mes (11.4 cm); en longitud del peciolo Maradona-F1 alcanzó el promedio mayor en el mes siete (70.0 cm); de manera general se encontraron los valores más altos en AH y LH, en Maradona-F1; en número de hojas Maradol alcanzó 34.9 hojas en el mes nueve; el híbrido Bela Nova-F1 presentó 32.6 frutos amarrados; Maradona-F1 presentó el mayor rendimiento (78.67 t/ha); el mayor contenido de clorofila se presentó en la variedad Maradol; en área foliar Maradona-F1 alcanzó 1458.8 cm²; Maradona-F1 presentó mayor biomasa seca en hojas (841.2 g), y en raíz (646.4 g) mientras que Maradol presentó el valor más alto en biomasa seca del tallo (1020.1 g). El presente trabajo muestra que la variedad Maradona-F1 presentó mejores características de adaptabilidad y productividad, lo cual la hace la variedad más adecuada para su introducción y producción en el trópico seco.

Palabras clave adicionales: *Carica papaya* L; desarrollo vegetativo; variedades híbridas; características productivas.

6.2. Introducción

La papaya (*Carica papaya* L.) tiene su origen en Mesoamérica y se distribuye por todo en sureste de México y hasta costa rica (León, 1987), para México es un cultivo de mucha importancia debido a que durante 2019 se posicionó en el cuarto lugar a nivel mundial con una producción de 1,083,133 t solo por debajo de India (6,050,000 t), Republica Dominicana (1,171,336 t) y Brasil (1,161,808 t) (FAO, 2019). La nación cuenta con una superficie sembrada de 19,858.39 ha, siendo el principal exportador a los Estados Unidos y Canadá. A nivel nacional los primeros estados productores fueron Oaxaca (323,614.43 t), Colima (192,080.34 t), Chiapas (153,392.58 t), Veracruz (112,233.67 t), Michoacán (115,567.62 t) y Guerrero (48,450.50 t), este último ocupó el 6to lugar en cuanto a producción, aportando un 4.49 % a la producción nacional total en una superficie aproximada de 1,525.50 ha. De las variedades de papaya cultivadas en México, la Maradol ocupó una superficie de 19,502.59 ha, siendo esta la de mayor producción en el país pues representa el 98.2 % de la superficie cultivada en la nación (SIAP, 1019). Esto debido a que la variedad Maradol posee características agronómicas, de rendimiento y de calidad adecuadas para el mercado mexicano y extranjero (Posada *et al.*, 2010). Sin embargo, la variedad Maradol presenta mayor susceptibilidad a plagas y enfermedades, provocando grandes pérdidas a los productores. Las características agronómicas como el crecimiento y desarrollo al igual que la vigorosidad y el rendimiento son de suma importancia debido a que en la actualidad se requieren alternativas a las variedades convencionales que pudieran hacer frente a los problemas fitosanitarios y productivos que hoy en día están presentes y afectan al sector productivo de este cultivo (Alonso *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2013; Flores-Bautista *et al.*, 2018). Por esta razón es importante introducir y evaluar el comportamiento en el crecimiento y desarrollo en campo de nuevas variedades híbridas con antecedentes de tolerancia a enfermedades, un alto vigor híbrido al igual que una alta productividad, características que poseen las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 (East West Seed, 2020).

Esta investigación tiene como objetivo estudiar el comportamiento del desarrollo vegetativo y la productividad de tres variedades de papaya (*Carica papaya* L.) cultivadas a campo abierto o en forma convencional, en el trópico seco.

6.3. Materiales y Métodos

6.3.1. Sitio del experimento

El presente trabajo se desarrolló en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campus Iguala, ubicado en el km 2.5 de la carretera Iguala-Tuxpan, municipio de Iguala Guerrero, las coordenadas geográficas son 18° 20' 34.1" Latitud Norte y 99° 30' 50" Longitud Oeste, con una altura de 766 m. En todo el territorio municipal predomina el clima cálido-subhúmedo con temperaturas medias anuales de 25.7°C (García, 1983), la precipitación pluvial promedio anual es de 1006.5 mm (CONAGUA, 2015).

6.3.2. Material genético

Los materiales que se utilizaron en el presente estudio, fueron las variedades de papaya Maradol y los híbridos Maradona-F1 y Bela Nova-F1 (East West Seed, 2021).

6.3.3. Manejo

Para la evaluación del presente experimento se realizó un manejo convencional, el cual se siguió de acuerdo a la metodología del Libro Técnico de producción y Manejo Postcosecha de Papaya Maradol en la Planicie Huasteca, (Vázquez *et al.*, 2010). Para la producción de plántula se le dio un preacondicionamiento hídrico a la semilla, el cual consistió en remojar la semilla durante 72 h cambiando el agua cada 8 horas, en las últimas 8 h se aplicó Vitavax 200 FF (Chemtura®) a razón de 2 cc por L de agua, se cubrieron con una toalla, se dejaron reposar por cuatro días hasta que el endocarpio comenzó a abrir, la siembra se realizó el día 2 de julio de 2019 en vasos de unicel de 10 pulgadas. El trasplante en campo se realizó el día 11 de agosto de 2020, las plantas se trasplantaron a 3.20 m de distancia entre hilera y a 1.50 m entre planta dando una densidad estimada de 2,083 plantas por hectárea. La fertilización consistió en diferentes dosificaciones de 17-17-17, se aplicó directo al suelo 120 g en la etapa de floración (11 de noviembre de 2019), 200 g en amarre de fruto (21 febrero de 2020), 300 g en etapa de cosecha (6 de junio de 2020) y se complementó con la aplicación de manera foliar de Bayfolan (Bayer®) en dosificación de 4.1 ml por L de agua. Para el control de plagas y enfermedades se realizaron aplicaciones foliares de Malation (Dragon®) a razón de 1 ml por L de agua y Captan 50 WP (Adama®).

6.3.4. Variables de estudio

Para determinar el comportamiento en campo de las tres variedades se realizaron mediciones mensuales a partir de un mes después del trasplante y se evaluaron las variables *altura de planta (AP)* (cm) en el cual se utilizó un estadal telescópico marca MCE. GEO-SURV, mismo que se posiciono a un costado y se tomó desde la base del tallo hasta el ápice de la planta; *Diámetro de tallo (DT)* (cm) se midió con la ayuda de un vernier marca Truper® el cual se colocó en la base del tallo para determinar su grosor (Quiñones *et al.*, 2014); la *longitud de peciolo (LP)* (cm), se midió con cinta métrica desde la base del tallo hasta el punto de inserción de la hoja, en cuanto al *ancho de hoja (AH)* (cm) se utilizó una cinta métrica la cual se posicionó desde el borde lateral izquierdo y hasta el borde lateral derecho, con respecto al *longitud de hoja (LH)* (cm) se midió con el apoyo de una cinta métrica misma que se colocó desde la base de la hoja hasta el ápice de la misma (Jerez *et al.*, 2014). Al igual que Collavino *et al.* (2016) se cuantificó el *número de hojas (NH)*, contabilizando solamente las hojas fotosintéticamente activas a cada planta bajo estudio. Para evaluar las variables *número de botones florales (NBF)*, *número de flores (NF)*, *número de frutos amarrados (NFA)* se realizaron seis cuantificaciones, a inicios de la etapa de floración, a un mes después de la floración, en amarre de frutos, a un mes después del amarre de frutos, en desarrollo de frutos y en la cosecha de frutos. Para estimar el rendimiento se multiplico el número de plantas por el número de frutos por el peso promedio de frutos (Aguilar *et al.*, 2019). La *Cantidad relativa de clorofila (CRC)* (SPAD), como sugiere Lozano *et al.* (2014) se realizó utilizando el medidor de clorofila portátil “SPAD 502 Plus” (Konica Minolta®) muestreando 5 plantas por variedad a las cuales se les tomaron 3 capturas por planta en hojas jóvenes (HJ), hojas maduras (HM) y hojas viejas (HV) realizando seis capturas, al inicio de la etapa de floración, a un mes después de la floración, en amarre de frutos, a un mes después del amarre de frutos, en desarrollo de frutos y en la cosecha de frutos. El *área foliar (EF)* (cm²) se evaluó con un método no destructivo, muestreando 5 hojas por una variedad de cada repetición en etapa de floración, amarre de fruto y cosecha, al igual que Saucedo-Acosta *et al.* (2015) se utilizó el software “ImagenJ” para la determinación de esta variable. la *Biomasa seca (BMS)* (g) se determinó de acuerdo a lo realizado por González *et al.* (2018) por medio de un método destructivo, en el cual se sustrajo una planta por variedad de cada repetición para realizar las mediciones de peso fresco (g) en las hojas, en el tallo y en el sistema radicular en las etapas

de floración, amarre de fruto y cosecha, posteriormente la materia vegetal se sometió a deshidratación en una estufa para medir el peso seco (g) en dichos órganos.

6.3.5. Diseño experimental

Se llevó a cabo un diseño experimental unifactorial, teniendo como factor la variedad de papaya con tres niveles (N1= Maradol, N2= Maradona y N3= Bela nova). De igual manera se realizó una comparación de medias aplicando la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), mediante el empleo del paquete estadístico SAS 9.1 (Montgomery, 2017).

6.4. Resultados y Discusión

6.4.1. Altura de planta

En la Fig. 1 se observa la gráfica del comportamiento de la AP con respecto al tiempo, en la cual se puede observar un comportamiento de crecimiento constante a lo largo de los nueve meses de la planta, observando una ligera reducción en el aumento de la altura entre los meses 3 al 5, lo cual puede ser atribuido a que en estos momentos la planta inicia con el proceso fisiológico de floración, lo cual requiere que la planta destine una mayor cantidad de energía hacia este proceso, reduciendo el desarrollo apical de la planta, esto coincide con lo reportado por Collavino *et al.* (2016) quien reportó una tendencia de crecimiento similar en variedad Maradol. Otra de las posibles causas de esta reducción en el incremento de la altura de la planta puede deberse a que del muestreo 3 al 5 corresponden a los meses de diciembre a febrero, en donde las temperaturas fueron más bajas (23°C), lo cual produce que los procesos fisiológicos del crecimiento de la planta reduzcan, observando un incremento lento en AP (Hall *et al.*, 2003).

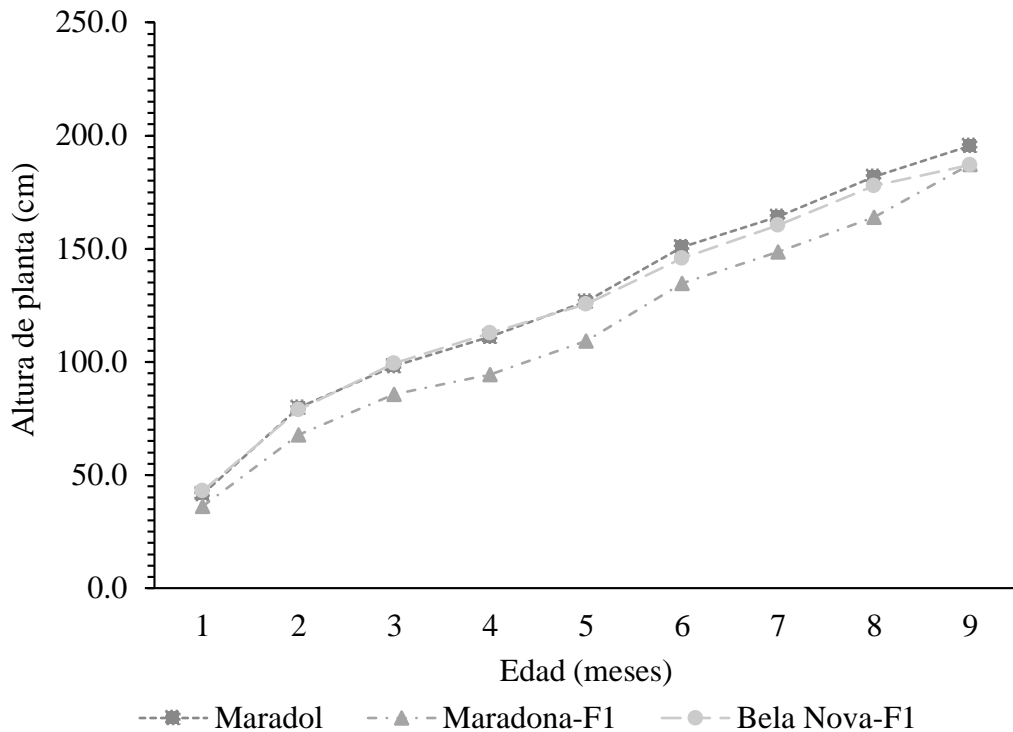


Figura 1. Evaluación de la altura de planta (AP) en tres cultivares de papaya durante un periodo de nueve meses.

De acuerdo con el análisis estadístico, se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en AP entre los tres cultivares debido a que en la mayoría de las mediciones la AP mayor se observó en variedad Maradol; sin embargo, en las mediciones 2, 3, 5, 7 y 8, la variedad Bela Nova-F1 presentó una altura similar a la Maradol. Los valores menores los presentó la variedad Maradona-F1 esto puede ser atribuido a la diferencia entre las características genéticas de las variedades, que predisponen este tipo de características morfológicas de la planta, esto concuerda con lo reportado por Collavino *et al.* (2016), quien encontró los valores más altos en variedad Maradol con AP que promedió 160 cm en el sexto mes bajo condiciones de campo, durante ese mismo periodo los resultados obtenidos en el presente experimento (Maradol: 151.2 cm; Maradona-F1: 136.3 cm; Bela Nova-F1: 146.2 cm) se acercaron a los que reportó dicho autor. A los 39 días después del trasplante (DDT), las variedades Maradol, Maradona-F1 y Bela Nova-F1 tuvieron promedios en AP de 41.53, 36.15 y 42.91 cm respectivamente, valores mayores a lo detectado por Quiñones *et al.* (2014) en su variedad Cera, en la que reportó una alturas de 36.28, 23.17 y 22.90 cm a los 75 DDT

en macetas con tres tipos de sustratos bajo condiciones de invernadero, es decir que las variedades plantadas en campo del presente estudio superan a las de dicho autor en un periodo de días similar después del trasplante, lo cual indica que el crecimiento en las plantas se ve influenciado directamente por el espacio disponible con el que cuenta el sistema radicular para su óptimo desarrollo. En el inicio de la floración (75 DDT), que corresponde al segundo mes de medición se observó que los valores expresados por Maradol (79.7 cm), Maradona-F1 (67.8 cm) y Bela Nova-F1 (78.6 cm) superan a lo reportado por Brito *et al.* (2016) en su variedad R₅M₅ amarilla (61.6 cm) durante esa misma etapa y bajo condiciones climáticas similares a las del presente estudio. En un estudio en variedad Red Lady evaluada a los 175 días después del trasplante se observó una altura de 158 cm, valor que supera a los de la presente investigación, lo cual se puede atribuir a que en el presente estudio la evaluación se realizó a los 163 DDT, es decir 12 días después de lo reportado por Mamani & Ticona, (2019). Los valores más altos en AP expresados por Maradona-F1 (189.70 cm) y Bela Nova-F1 (186.35 cm), se acercan a lo que reportó Mirafuentes & Santamaría (2014) en su variedad híbrida MSXJ (201 cm), comportamiento que puede deberse al proceso de hibridación por el que atraviesan las variedades estudiadas en la presente investigación y la variedad híbrida que reportan dichos autores.

6.4.2. Diámetro de tallo

En la gráfica de la Fig. 2 se observa el comportamiento del DT respecto al tiempo, en la cual se puede observar una tendencia en el desarrollo constante a lo largo de los nueve meses, observando un incremento paulatino entre los meses 3 y 5, esto puede deberse a que durante esa etapa la planta estaba en proceso de antesis, también se pudo apreciar que a partir de la medición 7 hubo un desarrollo pausado en DT, lo cual puede atribuirse a que durante esta etapa ya había una carga de frutos considerable por lo tanto la planta concentró los nutrientes en el desarrollo de estos.

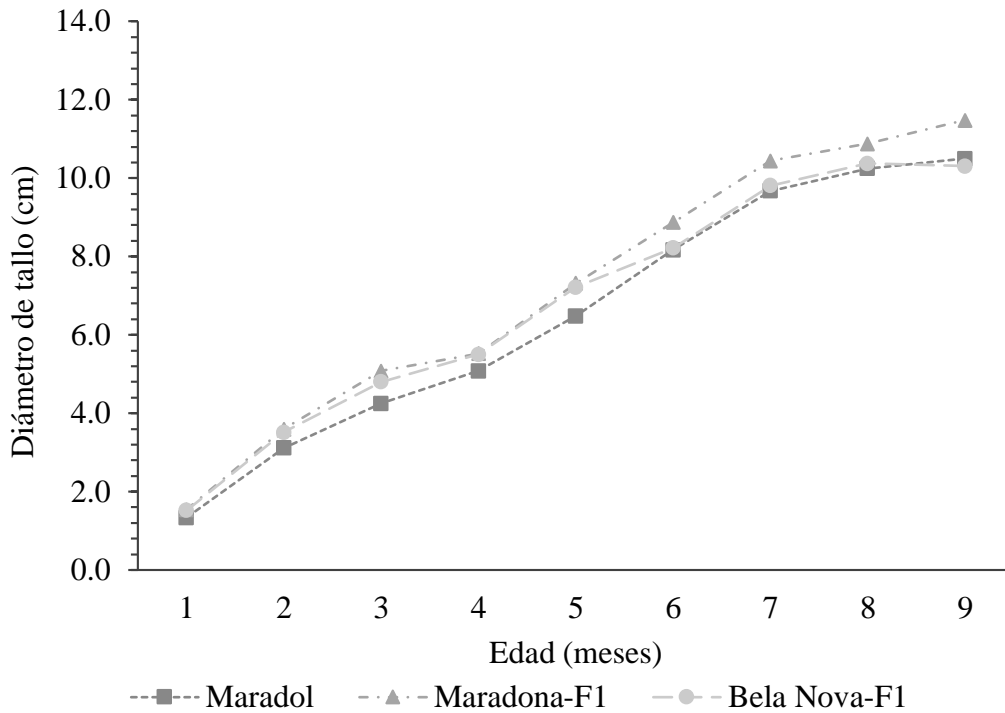


Figura 2. Diámetro de tallo (DT) en tres cultivares de papaya durante un periodo de nueve meses.

En el análisis estadístico realizado en DT se pudo observar que hubo diferencia estadística significativa en las tres variedades ($p \leq 0.05$). En la mayoría de las mediciones de DT se observó que los valores más altos los obtuvo Maradona-F1, sin embargo, en las mediciones 1, 2, 3, 4, 5 y 8 Bela Nova-F1 presentó promedios similares, estos resultados nos indican que Maradona-F1 tiene mejores características productiva debido a que un mayor DT permite mayor carga de frutos en la planta. Los resultados obtenidos en DT por Maradona-F1 (5.5 cm) y Bela Nova-F1 (5.5 cm) a los 106 días en la cuarta medición, son superiores a lo reportado por Quiñones-Aguilar *et al.* (2014) en variedad Cera (1.7 cm) debido a que dicho autor realizó su investigación bajo manejo orgánico, lo que implica un periodo más largo para que la planta tenga a su disponibilidad los nutrientes requeridos para su desarrollo. Collavino *et al.* (2016) reporta que durante el sexto mes su variedad Formosa presentó un promedio en diámetro del tallo de 6.0 cm, el cual fue superado por Maradona-F1 con 8.8 cm. El diámetro expresado por Maradona-F1 en etapa de cosecha (270 DDT) que corresponde al

noveno mes fue mayor (11.4 cm) en comparación con las variedades Maradol (10.5 cm) y Bela Nova-F1 (10.3 cm), resultados que se acercan a lo reportado por Alonso *et al.* (2008) en la variedad comercial Sunset (12.5 cm), por otro lado, durante esa misma etapa Brito *et al.* (2016) presentó 10.0 cm en su variedad R₅M₅ amarilla. En un estudio bajo condiciones controladas de invernadero a los nueve meses después del trasplante Honoré *et al.* (2020), menciona que tuvo un promedio de diámetro de 12.29 cm en la variedad Intenza lo cual puede indicar que los resultados expresados por Maradona-F1 son comparables en morfología a otras variedades comerciales.

6.4.3. Longitud de peciolo

En la gráfica de la Fig. 3 se observa la tendencia en el comportamiento de LP a lo largo de nueve mediciones, en la cual se detectó un desarrollo constante durante el ciclo de la planta, observando un crecimiento pausado en el desarrollo del peciolo en los meses 3 y 4, lo cual coincide con el inicio de la floración, pudiendo ser este proceso fenológico la causa de tal comportamiento, posteriormente se apreció un desarrollo continuo hasta el mes 7, etapa en la que la planta ya tenía una alta cantidad de frutos desarrollados, lo cual causó una reducción en LP que se presentó del mes 7 al 9, esto pudo deberse a que la planta empleó su energía y nutrientes a el desarrollo de los frutos, estos resultados se acercan a los que presenta Aikpokpodion, (2012), donde el genotipo Akpanim presentó 79.5 cm de LP en etapa de desarrollo de frutos.

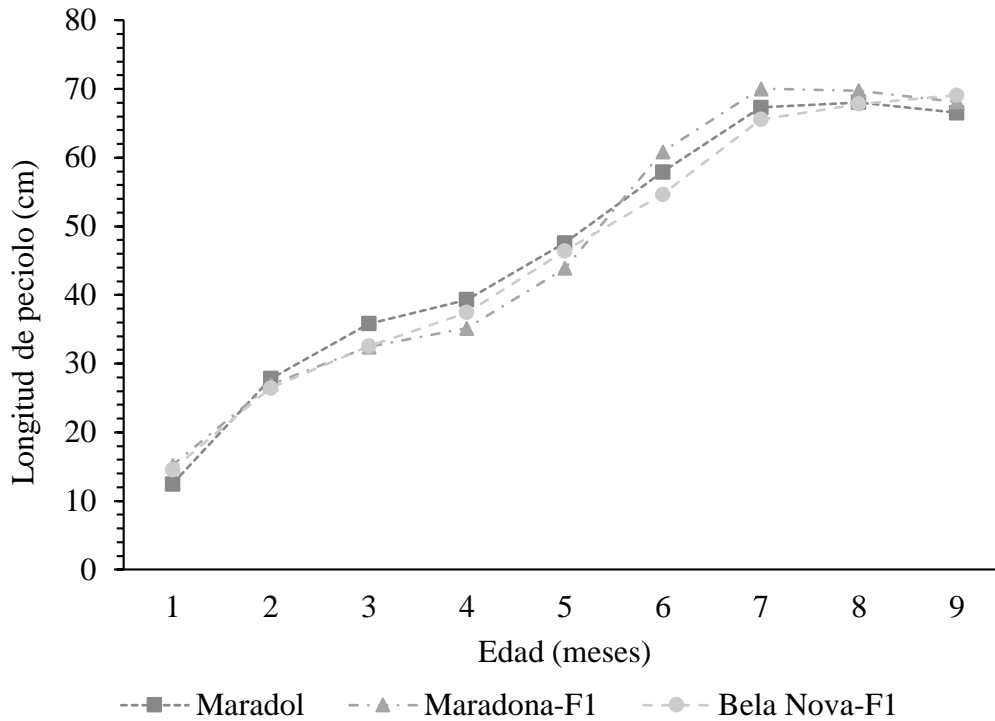


Figura 3. Evaluación de la longitud de peciolo (LP) en tres cultivares de papaya durante un periodo de nueve meses.

De acuerdo con el análisis estadístico realizado en LP, se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en las tres variedades durante el transcurso de los nueve meses. La mayor LP se detectó en la variedad Maradol, sin embargo, en las mediciones 2, 3, 6, 8 y 9 las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 no difieren de Maradol, la similitud en el comportamiento de Maradona-F1 y Bela Nova-F1 se puede atribuir a que ambas variedades son híbridos de la misma casa comercial y por lo tanto estas podrían contar con algún parentesco genético en el proceso de su desarrollo (East West Seed, 2020), sin embargo, Maradona-F1 presentó una mayor LP en el séptimo mes (70.0 cm). Por otro lado, Díaz-López *et al.* (2013) reportó LP de 65 cm en hojas maduras en variedad Maradol, valor que coincide con Bela Nova-F1 (65.5 cm) durante el séptimo mes. Zhou *et al.* (2020) presentó LP de 30 cm en peciolo de hojas jóvenes en el híbrido Sunset en etapa de fructificación, mientras que en la presente investigación se evaluó la LP en hojas maduras obteniendo los promedios más altos en las tres variedades en los meses 7 y 8, tomando en cuenta que el híbrido Maradona-F1 (70.0 cm) tuvo el valor más alto podríamos estimar que el desarrollo

aproximado de hojas jóvenes a madura podría ser de 40 cm durante la etapa de producción de frutos.

6.4.4. Ancho de hoja y Longitud de hoja

En las Figs. 4A y 4b se observa un comportamiento cuadrático en las dimensiones AH y LH con respecto al tiempo, en la cual se pudo apreciar una expansión lenta en AH y LH a lo largo del ciclo de la planta, en la que se observa que el AH (Fig. 4A) presentó un desarrollo pausado del mes 2 al 5, comportamiento que se aprecia mejor en el LH (Fig. 4B), este comportamiento puede ser atribuido al desarrollo de flores y al amarre de frutos, pues el inicio de dichas etapas fenológicas coincide con la tendencia de las gráficas durante ese momento, posteriormente a partir del mes 5 se pudo observar un crecimiento acelerado en las tres variedades en las mediciones del LH y AH en la cual, alcanzaron su promedio más alto en el mes 7 y 8 respectivamente, para luego presentar una declinación a partir de los meses anteriormente mencionados, este comportamiento coincide con la fructificación y cosecha de frutos, etapa en la cual la planta invierte su energía en desarrollo y maduración de los frutos, valores similares reporta Díaz-López *et al.* (2013) quien presentó 69.4 cm en AH en variedad Maradol en etapa de cosecha.

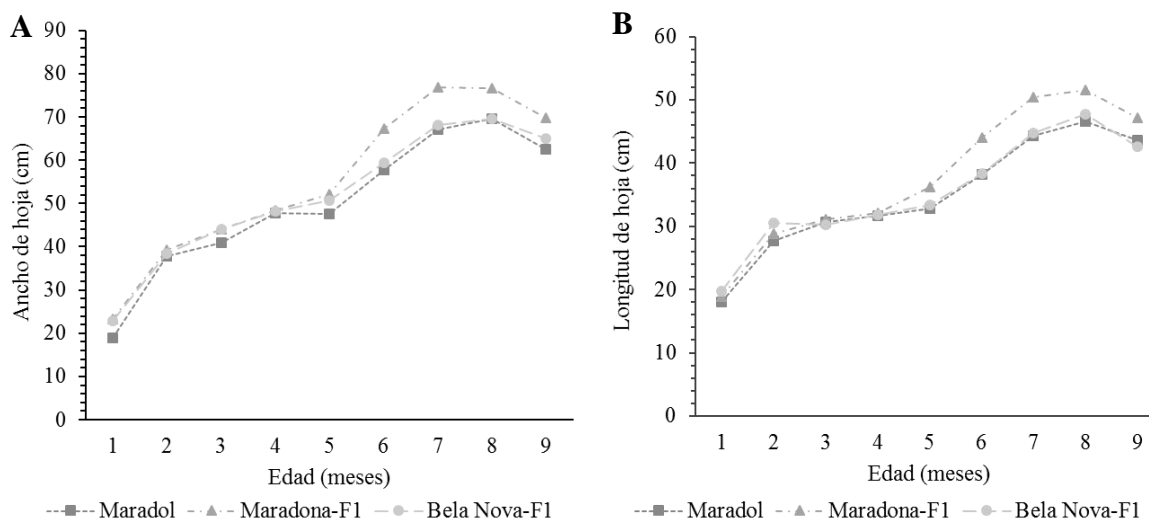


Figura 4. Evaluación del ancho de la hoja (AH) (A) y de la longitud de hoja (LH) (B) en tres cultivares de papaya durante un periodo de nueve meses.

El análisis indicó que hay diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en las dimensiones AH y LH en los tres cultivares, se observó que en la mayoría de las mediciones el mayor AH y LH se observó en la variedad híbrida Maradona-F1, sin embargo, en las mediciones 2, 3, 4 y 9 del AH y las mediciones 1, 2, 3, 4, 8 y 9 del largo de la hoja, las variedades Maradol y Bela Nova-F1 presentaron valores similares a Maradona-F1, esto podría sugerir que hay una estrecha relación genética entre estas variedades lo cual pudiera indicar un probable origen en común (Alonso *et al.*, 2009). En la variedad de papaya INIVIT fb-4 de origen cubano Ruiz *et al.* (2018) menciona que en las dimensiones LH y AH alcanzaron 34.4 y 42.0 cm respectivamente, en la presente investigación estos valores son superados por Maradona-F1 en el quinto mes (LH: 36.2 cm; AH: 52.0 cm). Al ser Maradona-F1 la variedad de mayor AH y LH, podemos sugerir que estas características son agrónomicamente deseables debido a que las hojas más grandes tienden a captar más luz para realizar el proceso de fotosíntesis, debido a que los resultados que expresó Maradona-F1 en LH (47.21 cm) y en AH (69.78 cm), se asemejan a los observados por Rodríguez-Cabello *et al.* (2019), cuando describió las características morfológicas y agronómicas de su híbrido cubano “Nativo” el cual presentó 46.5 cm en LH y 73.1 cm en AH.

6.4.5. Número de hojas

En la Fig. 5 se aprecia el comportamiento de NH de las tres variedades en relación al tiempo, en el cual se observó que las tres variedades tuvieron un incremento gradual en NH, observando una producción estable en NH del mes 1 al 3, lo cual se podría atribuir a que en ese lapso de tiempo la planta comenzó con el proceso fisiológico de producción de flor, posteriormente para el mes 4 se pudo apreciar que las tres variedades expresaron un incremento acelerado en NH, sin embargo, en el mes 4 y 5 generó hojas de manera paulatina, lo cual sugiere que en ese momento la formación de frutos aumento y la planta concentró los nutrientes en dicho proceso, a partir del quinto mes hubo un incremento en NH siendo Maradona-F1 (24.0) y Bela Nova-F1 (24.2) las de los valores más altos durante ese momento y coinciden a lo que reporta Davamani *et al.* (2013) en el genotipo de papaya indio CO-1 (24.6). Camejo & Añez, (2009) encontraron resultados de 7.7 hojas en variedad Maradol bajo condiciones de vivero cultivada en macetas a los 45 días después de la siembra, en la presente

investigación el primer conteo se realizó a los 91 días después de la siembra con resultados en NH en las variedades Maradol, Maradona-F1 y Bela Nova-F1 de 13.4, 13.6 y 13.2 hojas respectivamente, sin embargo el trasplante en campo se realizó a los 40 días después de la siembra, es decir que a partir del trasplante las plantas tuvieron un incremento de 5.7 hojas en un lapso de 51 días bajo condiciones de campo.

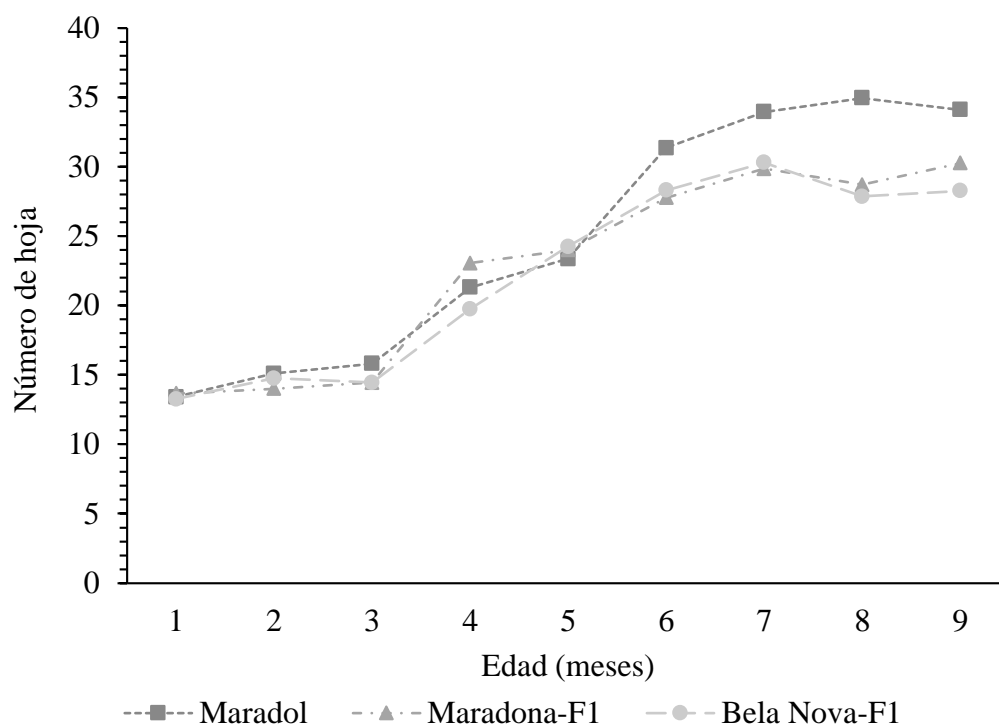


Figura 5. Número de hojas (NH) de hojas en tres cultivares de papaya durante un periodo de nueve meses.

El análisis estadístico para NH presentó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre las tres variedades, siendo Maradol la que presentó en casi todos los conteos en mayor NH, sin embargo, en la contabilización 2, 3, 5, 6, 8 y 9 la Variedad Bela Nova-F1 expresó NH similar a Maradol, por otro lado, Maradona-F1 presentó el menor NH a lo largo de los nueve meses. El incremento en NH de Maradol puede deberse al auto sombreado pues de acuerdo con Hernández *et al.* (2015) este efecto es derivado de una alta densidad de plantación debido a que cuando hay menos espacio entre las plantas el número de hojas tiende a incrementar, sin embargo, en la variedad Maradona-F1 no se presentó este efecto, lo cual se puede atribuir a

que el híbridas del presente experimento presentó un mayor LP del mes 6 al 9 (Fig. 3). Gabriel *et al.* (2017) describe que durante la etapa de cosecha el NH descende, lo cual coincide con el comportamiento de Maradol evaluada en la presente investigación, pues se observó que a partir del octavo mes el NH comienza a disminuir. De acuerdo a los resultados reportados por Rodríguez *et al.* (2015) la variedad Maradol presentó NH en dos estaciones diferentes del año en etapa de fructificación, encontró que en invierno el NH fue de 38.2 hojas y que para el verano estos valores se redujeron a 31.8 hojas, efecto que puede atribuirse a que la planta reduce NH en temperaturas climáticas más elevadas, comportamiento que puede explicar lo expresado por la variedad Maradol en el presente estudio, debido a que presentó un promedio de 34.9 hojas en etapa de fructificación en el mes de mayo, es decir a unas semanas antes de entrar al verano.

6.4.6. Número de botones florales, número de flores y número de frutos amarrados

En la Fig. 6A se observa de manera general el comportamiento en cuanto a la producción de NBF evaluada en 6 etapas fenológicas, se detectó que de la etapa 1 a la 2 hay una producción constante de NBF posteriormente se observa un incremento drástico en NBF, comportamiento similar para la Fig. 6B, dicho incremento en NBF (Fig. 6A) y NF (Fig. 6B) coinciden con la segunda fertilización la cual se realizó 29 días antes de la contabilización en la etapa 3. En la etapa 6 hubo un incremento constante, en NBF y NF, debido a que se realizó la tercera fertilización 15 días antes de la contabilización de la etapa 6, esto podría indicar que la producción de NBF y NF va estrechamente relacionada en función de la fertilización. En la Fig. 6C podemos detectar una tendencia en NFA respecto a las 6 etapas, en la cual se puede observar un incremento constante a lo largo de las 6 etapas, en la que podemos apreciar un aumento acelerado de NFA de la etapa 3 a 4, este comportamiento puede deberse a que la planta se fertilizó previo al conteo de la etapa 3, la cual se vio reflejada hasta la etapa 4. Por otro lado, a partir de la cuantificación 5 se observa un incremento paulatino en cuanto la NFA, lo cual puede atribuirse a que en esta etapa ya había una cantidad considerable de frutos por lo tanto estos demandan una mayor cantidad de nutrientes a la planta, tal efecto concuerda con los resultados encontrados por Fallas *et al.* (2014) en los que menciona que la mayor absorción de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en CV Pococí es en la etapa de fructificación y cosecha.

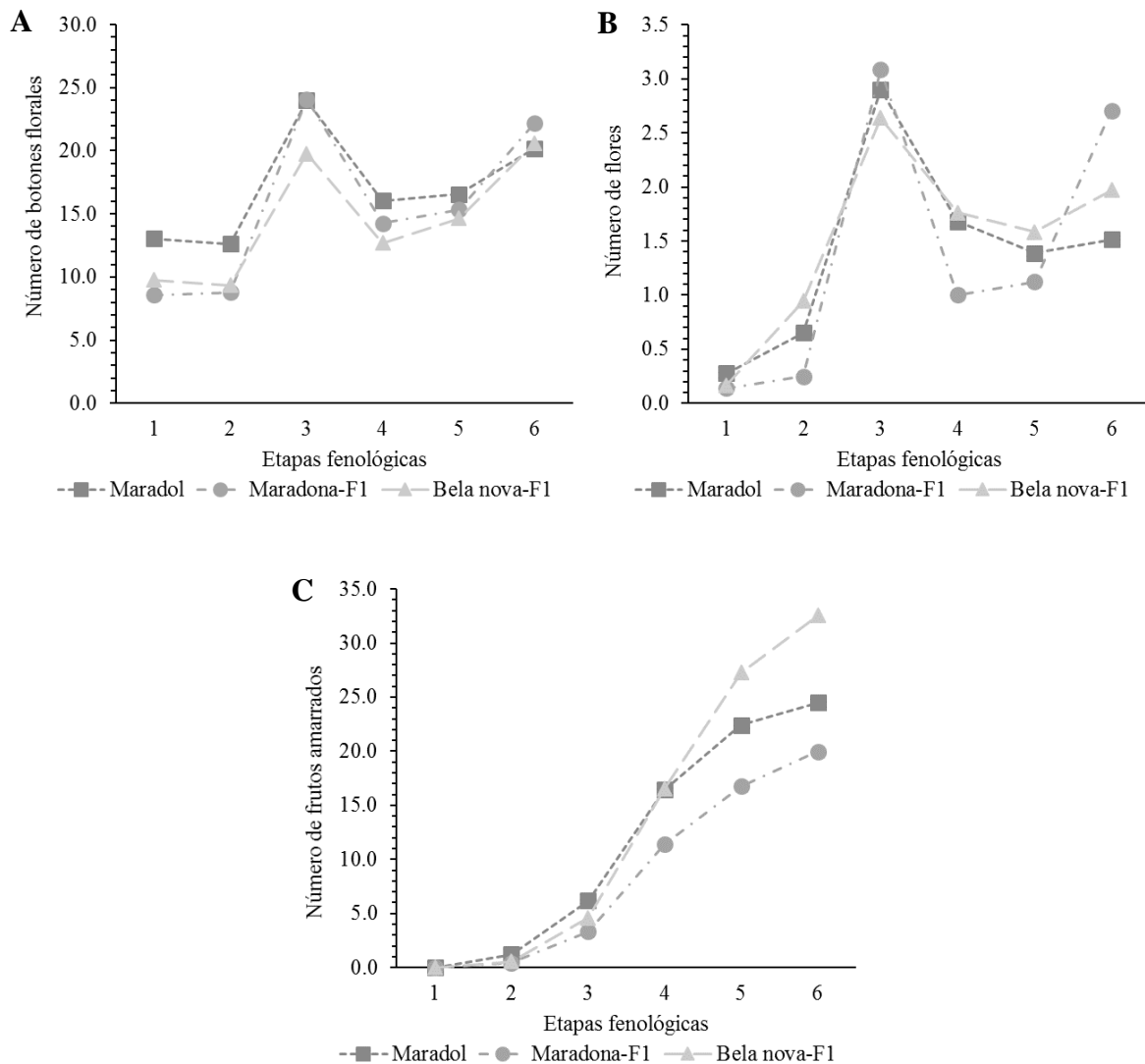


Figura 6. Número de botones florales (NBF) (A), número de flores (NF) (B) y número de frutos amarrados (NFA) (C) en tres variedades de papaya en etapa de floración (1), a un mes después de la floración (2), en amarre de frutos (3), a un mes después del amarre de frutos (4), en desarrollo de frutos (5) y en la cosecha de frutos (6).

De acuerdo con el análisis estadístico realizado, se observó diferencia estadística significativa en NBF, NF y NFA ($p \leq 0.05$), sin embargo, en número de NBF solo Bela Nova-F1 difirió en la etapa 3 siendo menor que Maradol y Maradona-F1. Con respecto al NF, las variedades Maradol y Bela Nova-F1 presentaron un comportamiento similar en las 6 etapas, mientras que Maradona-F1 tubo los valores más altos en la última cuantificación. En NFA se observó que en las contabilizaciones de todas las etapas la variedad Bela Nova-F1 fue mayor, sin

embargo, en las etapas 1, 2 y 3 las tres variedades presentaron similitud, comportamiento que podría sugerir un estrecho parentesco genético entre las tres variedades, lo cual pudiera indicar un probable origen en común de las variedades híbridas con Maradol (Alonso *et al.*, 2009). En la Fig. 6A se observó que en el mes 1 Maradol (13.0) fue mayor que Maradona-F1 (8.6) y Bela Nova-F1 (9.8) en NBF, sin embargo, Maradona-F1 tubo los valores más altos en la etapa 3 (24.1) y 6 (22.2). Con respecto al NF (Fig. 6B), se observó una tendencia en la cual Maradol obtuvo el valor más alto en la etapa 1 (0.3), siendo superada por Maradona-F1 en la etapa 3 (3.1) y esta fue superada por Bela Nova-F1 en la etapa 6 (2.0). En la Fig. 6C se observó que el NFA mantuvo una tendencia de incremento constante a lo largo de las seis etapas, alcanzando el mayor NFA en la etapa 6, siendo Bela Nova-F1 (32.56) la del valor más alto en NFA seguida de Maradol (24.49) y Maradona-F1 (19.96). En el presente estudio las primeras flores se detectaron a los 93 DDT lo cual se acerca a lo reportado por Martin-Mex *et al.* (2012) quien encontró el inicio de la floración a los 96 en variedad Maradol roja. Barrantes-Santamaría *et al.* (2019) reportó que en variedad comercial Maradol el amarre de los primeros frutos fue a las dieciocho semanas, en el presente estudio los primeros frutos amarrados se detectaron a las 19 semanas después del trasplante, estos resultados se pueden atribuir a los cambios drásticos en el clima y la temperatura que caracterizan a las zonas de trópico seco. En el presente estudio se observó que hubo una reducción en NFA en relación al NBF, efecto que puede atribuirse a factores ambientales, esto coincide por lo mencionado por Álvarez *et al.* (2019) al describir que el NFA tiende a reducir debido a factores naturales, lo cual es corroborado por Vázquez *et al.* (2010) quien menciona que a temperaturas arriba de los 36°C durante los meses de mayo y junio hay una disminución en NFA.

6.4.7. Rendimiento

En la Fig. 7 se observa la gráfica de la estimación de rendimiento de las tres variedades, en la cual se puede observar que la variedad Maradona-F1 expresó el rendimiento más alto en comparación con Maradol y Bela Nova-F1.

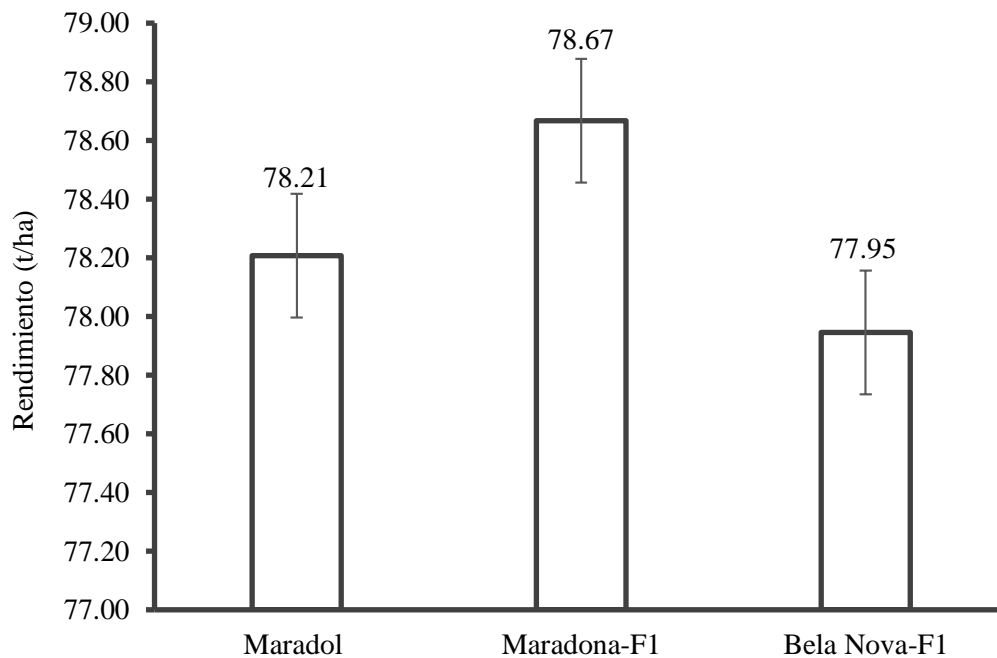


Figura 7. Determinación del rendimiento de tres cultivares de papaya.

De acuerdo con el análisis estadístico realizado, las tres variedades presentaron rendimiento igual ($p \leq 0.05$); sin embargo, numéricamente la variedad Maradona-F1 presentó el rendimiento más alto y superó a Maradol y Bela Nova-F1 con 78.67, 78.21 y 77.95 t/ha respectivamente, este comportamiento puede ser atribuido al vigor híbrido expresado por Maradona-F1, pues de acuerdo con Mirafuentes & Azpeitia, (2008), la vigorosidad podría heredarse de los progenitores. En un estudio en el cual se estimó el rendimiento en papaya silvestre de cuba obtuvieron un rendimiento de 97.6 t/ha, mayor a lo reportado por los híbridos de la presente investigación, a pesar de que la papaya silvestre de dichos autores tuvo una mayor cantidad de frutos, estos fueron pequeños y no presentaron uniformidad, por lo tanto, los frutos no fueron de una calidad comercial adecuada (Rodríguez *et al.*, 2014). El rendimiento reportado por Honore *et al.* (2020) en la variedad de papaya Intenza fueron de 121.14 t/ha, lo cual se puede deber a que dicho autor realizó su experimento bajo condiciones de invernadero y aplicó múltiples fertilizaciones por medio del agua a diferencia de la presente investigación, debido que al estar en condiciones de campo a la intemperie, los resultados no fueron tan elevados, lo cual se puede atribuir a que estaba en contacto directo

con factores ambientales que le pudieron ocasionar una moderada producción, es probable que los híbridos del presente experimento tengan resultados más elevados bajo las condiciones que reportó dicho autor Barrantes-Santamaría et al., (2019) evaluaron el híbrido Pococí en manejo convencional y obtuvieron rendimientos de 91.08 t/ha., sin embargo, dicho autor realizó 13 aplicaciones de fertilizante a lo largo del ciclo, en el presente experimento solo se realizaron tres fertilizaciones, estos resultados sugieren que la fertilización va estrechamente relacionada con la producción, pero el vigor genético tiene mucha influencia debido a que a pesar de solo haber aplicado fertilizante en etapa de floración, amarre de frutos y cosecha, los híbridos tuvieron rendimientos adecuados. Bajo las mismas condiciones climáticas a las del presente experimento, Alcántara *et al.* (2010) reporto rendimiento de 46 t/ha en Maradol, valor más bajo a lo expresado por Maradona-F1, esto sugiere que dicha variedad tiene los mejores resultados en rendimiento bajo condiciones de trópico seco.

6.4.8. Cantidad relativa de clorofila

En la Fig. 8A de HJ se observa un comportamiento descendente en las tres variedades de la etapa 1 a la 5, y a partir de la etapa 5 comienza a ascender, de manera general se observó que a medida que el árbol envejece la CRC tiene un mayor incremento, este comportamiento puede deberse a que en la etapa 5 las HJ comienzan a producir hojas fisiológicamente más preparadas para realizar el proceso de fotosíntesis. En la Fig. 8B se observó que las tres variedades expresaron valores más altos en HM a comparación de las HJ (Fig. 8A) y HV (Fig. 8C), esto podría indicar que en HM se lleva a cabo la mayor actividad fotosintética. Con respecto a la Fig. 8C, los gráficos muestran que en HV los niveles de CRC son menores que en HJ, HM y esta va disminuyendo en el transcurso de las 6 etapas. De manera general se observó que Maradol superó a las variedades Maradona-F1 y Bela Nova-F1 en CRC en HJ, HM y HV lo cual puede deberse a las características genéticas de cada variedad.

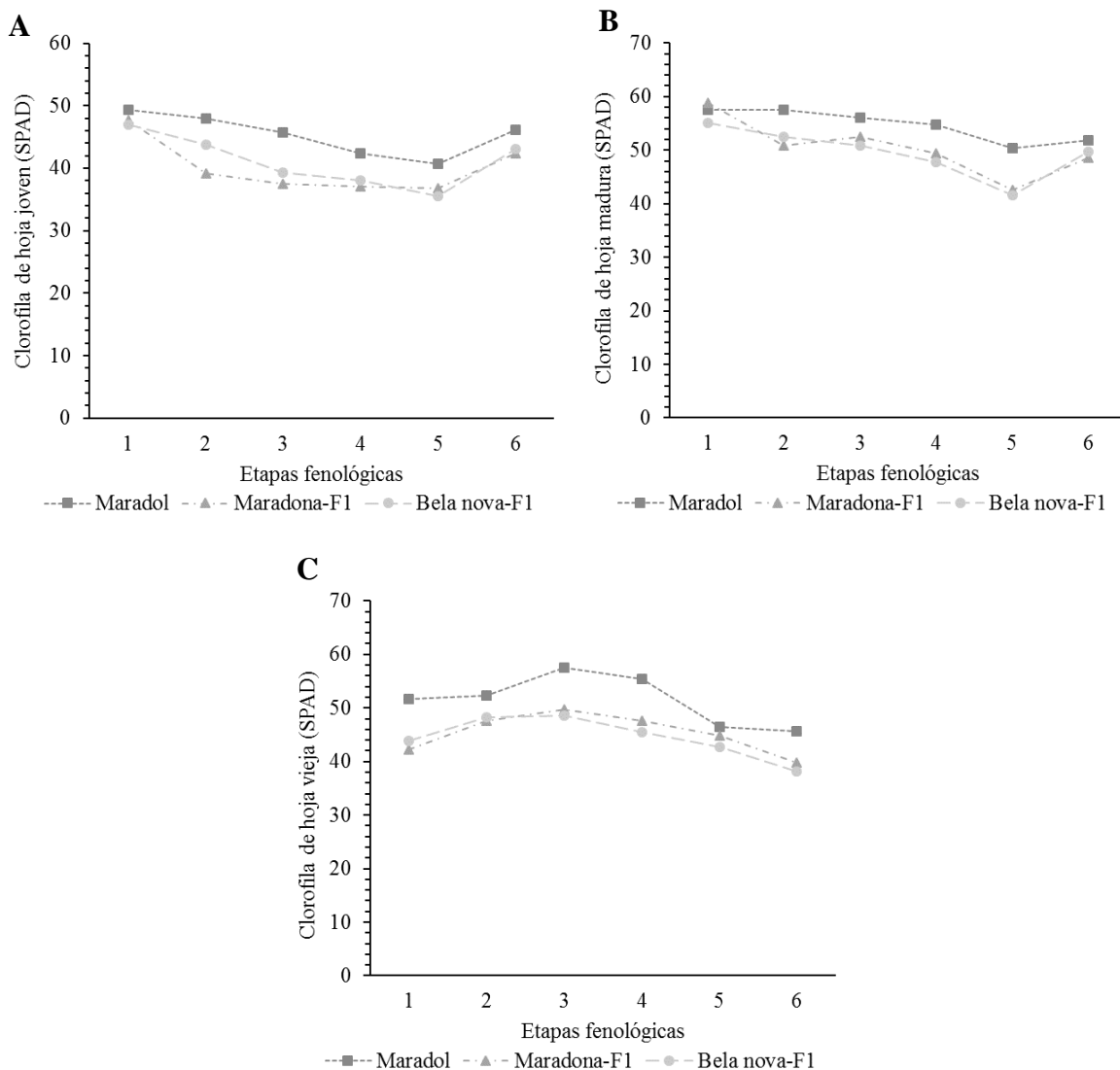


Figura 8. Comparación de la cantidad relativa de clorofila (CRC) en hojas jóvenes (A), hojas maduras (B) y hoja vieja (C) de tres variedades de papaya a inicios de la etapa de floración (1), a un mes después de la floración (2), en amarre de frutos (3), a un mes después del amarre de frutos (4), en desarrollo de frutos (5) y en la cosecha de frutos (6).

De acuerdo al análisis estadístico realizado se observó que hubo diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en los niveles de CRC de las tres variedades. En las seis etapas de en HJ (Fig. 8A) se observó que Maradol, presentó los valores más altos, mientras que Maradona-F1 tuvo un valor similar en la etapa 1, sin embargo, estas vuelven a coincidir en la etapa 4 y 5. El análisis estadístico mostró los valores más altos de CRC en HM (Fig. 8B), mientras que

Maradona-F1 y Bela Nova-F1 presentaron valores similares durante las seis etapas. Con respecto del análisis estadístico realizado en HV (Fig. 8C), Maradol continuó expresando los valores más altos en CRC (SPAD), por su parte Maradona-F1 y Bela Nova-F1 continuaron coincidiendo en las etapas 1 y 2. El comportamiento expresado por las variedades híbridas en HJ, HM y HV, tal vez se atribuya a que ambos materiales son híbridos y pertenecen a la misma casa comercial (East West Seed, 2020), lo que podría sugerir que ambas pueden tener algún parentesco genético. En relación a la posición de las HJ, HM y HV, en el presente estudio los valores más altos de las tres variedades se presentaron en HM las cuales se encuentran posicionadas en la parte media del follaje, los valores más altos se observaron en la etapa 1 que corresponde al inicio de la floración (Maradona-F1: 58.80; Maradol: 57.59; Bela Nova: 55.16), resultados que coincide con los que reportó Santiago *et al.* (2018), donde obtuvo los mayores valores en las hojas intermedia que corresponden a las maduras. De Castro *et al.* (2014), reportó la concentración más alta de CRC en HM en la variedad Solo (58 SPAD), Parés & Basso, (2013), corroboran que el mayor CRC se presenta en hojas intermedias al encontrar rangos de CRC de entre 40 a 60 unidades SPAD en variedad Maradol en HM o intermedias. En un estudio realizado en papaya variedad UENF-Caliman 01 se encontraron rangos en CRC de 30 a 45 unidades SPAD en HM a los 60 días después de la siembra bajo condiciones de vivero, a diferencia de estos resultados, en la presente investigación los valores de CRC a los 104 días después de la siembra fueron de 58 (Maradol), 59 (Maradona-F1) y 55 (Bela Nova-F1) unidades SPAD en condiciones de campo y con libre exposición al sol, la diferencia entre los valores más bajos expresados por dicho autor y los valores más altos reportados en el presente experimento puede deberse a que la exposición directa al sol incrementa los niveles de CRC en hojas fotosintéticamente activas (Assis-Gomes *et al.*, 2018), aunque esta diferencia en los valores de ambos estudios también podría tener que ver con la diferencia de edades en las plantas. Greigh *et al.* (2011) concluyó diciendo que los medidores de clorofila portátil como el SPAD-502 permiten una predicción rápida de la concentración de pigmentos fotosintéticos con alta precisión.

6.4.9. Estimación del área foliar

En la Fig. 9 se observa la gráfica del comportamiento del AF en tres etapas fenológicas de las tres variedades de papaya, en la cual se apreció una tendencia a incrementar de manera acelerada de la etapa 1 a la 2, observando una reducción en la etapa 3.

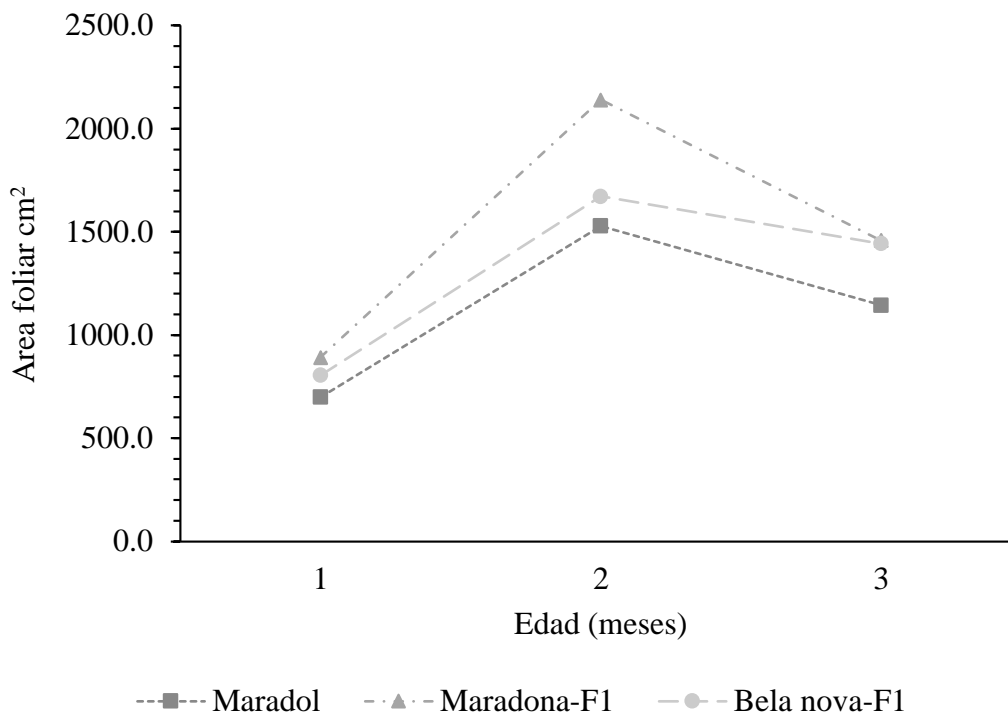


Figura 9. Determinación del área foliar (AF) de tres variedades de papaya tomada en etapa de floración (1), amarre de frutos (2) y en producción de fruto (3).

De acuerdo con el análisis estadístico realizado se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre las tres variedades. En las tres etapas se detectó que Maradona-F1 presentó la mayor AF, sin embargo, en la etapa 1 la variedad Maradol y Bala Nova-F1 presentaron AF similar a Maradona-F1, siendo la variedad Maradol la que presentó los valores más bajos. Este comportamiento puede indicar que Maradol-F1 tiene una mayor eficiencia para desarrollar mayor AF. En la etapa 2 la variedad Maradona-F1 presentó un promedio de 890.7 cm^2 siendo la de mayor AF seguido por Bela Nova-F1 (805.2 cm^2) y Maradol (698.7 cm^2). En la segunda etapa de amarre de fruto se observó de manera general que las tres variedades alcanzaron sus valores más altos, siendo nuevamente Maradona-F1 (2140.4 cm^2) la de mayor

AF, este efecto se puede deber a que la estimación del AF se realizó 94 días después de la segunda fertilización con 17-17-17, de acuerdo con Escamilla *et al.* (2003) la aplicación de N, P, K, incrementa el AF. Los resultados de la variedad Maradona-F1 (2140.41 cm²) durante la etapa 2 superan a lo que reportó Zhou *et al.* (2020) en su variedad Sunset (2331 cm²). En la etapa 3 el AF comenzó a reducirse en las tres variedades, resultados que sugieren que al tomar la muestra en etapa de cosecha la planta comienza a dirigir los nutrientes a los frutos, este comportamiento es corroborado por Rodríguez *et al.* (2015) quien menciona que a partir del trasplante hay un incremento acelerado en AF hasta la etapa de fructificación. De acuerdo con Rincón *et al.* (2012) el uso del software ImageJ resultó muy práctico, menciona que es una forma para determinar el AF muy simple, precisa y de bajo costo, pues ella comprobó en cinco especies vegetales diferentes que el uso este software con una cámara de teléfono celular resulta ser adecuada para la determinación de dicha variable.

6.4.9. Biomasa seca

En la Fig. 10A se presenta la gráfica de la determinación de BMS de las hojas de las tres variedades de papaya, en la cual se observa una tendencia de las tres variedades a ir incrementando su BMS en el transcurso de las tres etapas, sin embargo, de la etapa 1 a la 2 se observa un incremento paulatino y de la etapa 2 a la 3 las variedades expresan un incremento acelerado, este comportamiento fue similar en BMS del tallo (Fig. 10B) y BMS de raíz (Fig. 10C), este comportamiento puede ser debido a que la tercera fertilización se realizó 15 días antes del muestreo en la etapa 3.

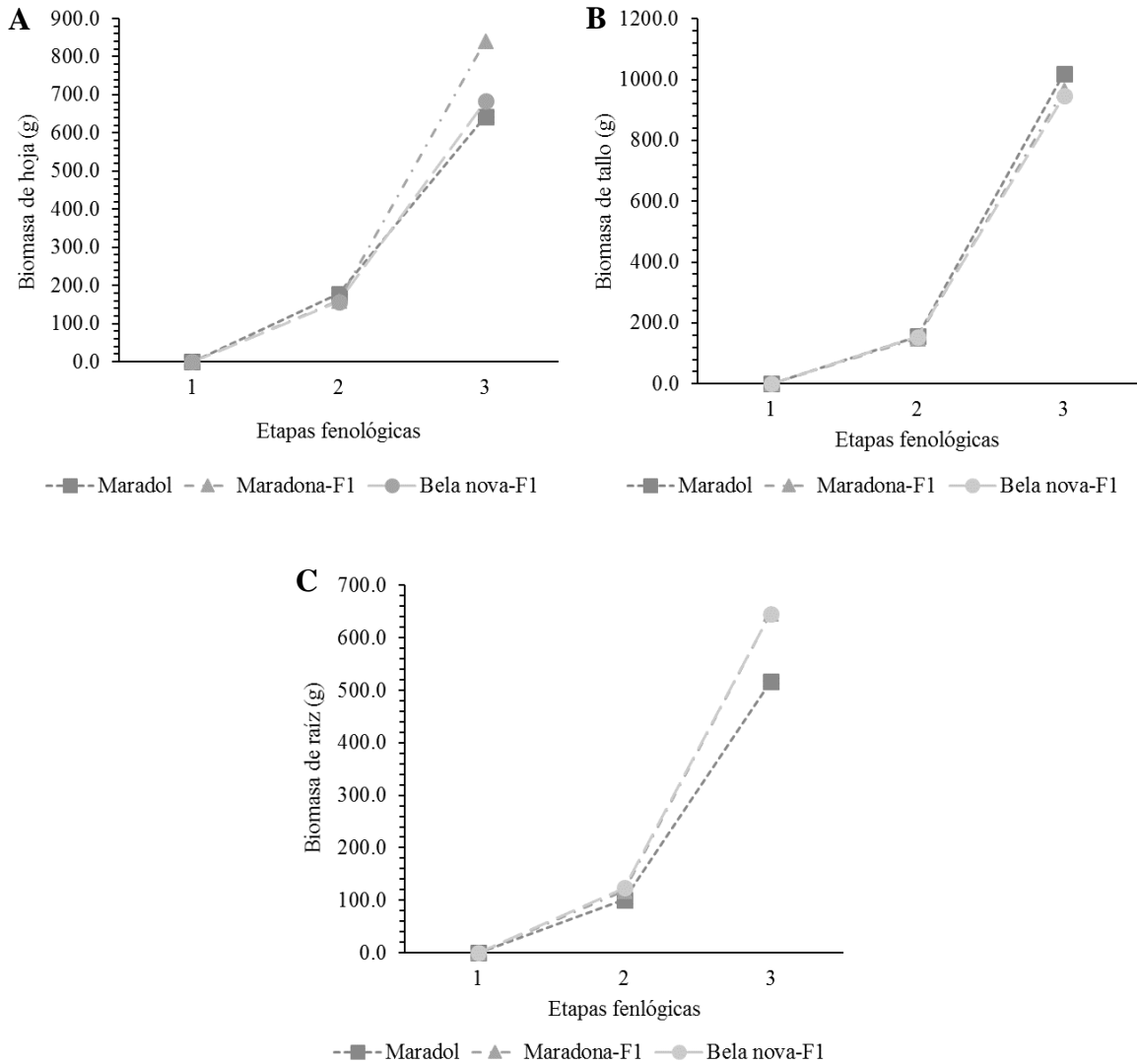


Figura 10. Determinación de la de la biomasa seca (BMS) de tres variedades de papaya en etapa de floración (1), amarre de frutos (2) y producción de frutos (5). **a)** hoja, **b)** tallo y **c)** raíz.

De acuerdo al análisis estadístico realizado no se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en las tres variedades de papaya, sin embargo, Maradona-F1 presentó los valores más altos en BMS de hoja (Fig.10A) y BMS de raíz (Fig. 10C). En la etapa 1 Maradona-F1 expresó mayor peso en BMS de hojas que Maradol y Bela Nova-F1. Se observó que en la segunda etapa en BMS de la hoja (Fig. 10A) Maradol (178 g) fue mayor que Maradona-F1 (159.7 g) y Bela Nova-F1 (156.7 g), sin embargo, en la etapa 3 Maradona-F1 (841.2 g) tuvo

un incremento en el contenido de BMS en las hojas, superando a ambas. En la determinación de BMS del tallo (Fig. 10B) se observó de manera general que no hubo diferencia estadística significativa, sin embargo, Maradol (1020.1 g) presentó valores ligeramente más altos a lo largo de las tres etapas, siendo en la etapa 3 en donde expresó mayor BMS seguido de Maradona-F1 (964.3 g) y Bela Nova-F1 (946.1 g). Por otro lado, se detectó que en etapa 3 en raíz (Fig. 10C) los híbridos Maradona-F1 (646.4 g) y Bela Nova-F1 (645.9 g) se posicionaron con los valores más altos superando a Maradol (516.0 g). En un estudio realizado en Venezuela Parés & Basso, (2013) obtuvieron en variedad Maradol valores de BMS en la parte aérea y radical de 26.7 y 25.9 g respectivamente a los 120 días después de la siembra, en la presente investigación se observó que a los 172 días después de la siembra los resultados en la variedad Maradona-F1 fueron de 159.7 g, en la parte aérea y 117.7 g en la raíz, los resultados podrían indicar que en un lapso de 52 días la BMS pudo haberse incrementado 132.9 g en la parte aérea y 91.8 g en la raíz. Díaz *et al.* (2014) menciona que las hojas y el tallo tienen un menor incremento de BMS respecto a la raíz en plantas sometidas a un estrés hídrico, en la presente investigación se observó que las tres variedades mostraron un mayor desarrollo en hojas y tallos con relación a la raíz, lo cual puede indicar que al no estar sometidas a un estrés hídrico durante las etapas en que se muestrearon la planta no tubo necesidad de incrementar el sistema radicular para buscar agua a mayor profundidad. De manera general se observó que en los tres órganos (hojas, tallo, raíz) de las tres variedades presentaron un incremento drástico a partir del segundo muestreo, esto puede sugerir que la cantidad de BMS va estrechamente relacionada en función de la fertilización ya que el muestreo en la segunda etapa se realizó ocho días después de la fertilización tal como lo comprobó Jiménez-Méndez *et al.* (2019). De acuerdo a Quiñones-Aguilar *et al.* (2014) la acumulación de materia seca, depende de la variedad pues cada una de ellas posee características genéticas diferentes. Por otro lado, la acumulación de BMS en etapa 3 también se puede atribuir a que las plantas producen BMS de manera eficiente y constante a medida que se va desarrollando y la capacidad fotosintética va mejorando a lo largo de su ciclo (Rodríguez, *et al.*, 2015).

6.5. Conclusiones

El cultivar Maradona-F1 expresó una mejor respuesta en el desarrollo vegetativo, en las variables DT, LH y AH, rendimiento, AF y en la acumulación de BMS, por tal motivo podemos plantear que en el estudio realizado a dicha variedad presentó una mejor adaptabilidad a las condiciones climáticas del trópico seco, por lo tanto, la variedad híbrida Maradona-F1 posee las mejores características productivas, lo cual la hace la variedad más aceptable para su introducción y producción a sistemas agrícolas tropicales.

6.6. Referencias

- Aguilar CC, Alcántara JJA, Leyva BA, Alcántara NAO, 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.
- Aikpokpodion PT, 2012. Assessment of genetic diversity in horticultural and morphological traits among papaya (*Carica papaya*) accessions in Nigeria. *Fruits* 67 (3): 173-187.
- Alcántara JJA, Hernández CE, Ayvar SS, Damián NA, Brito GT, 2010. Características fenotípicas y agronómicas de seis genotipos de papaya (*Carica papaya* L.) de Tuxpan, Guerrero, México. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 1 (1): 35-46.
- Alonso EM, Bautista AM, Ortiz GM, Quiroz MA, Rohde W, Sánchez TLF, 2009. Caracterización de accesiones de papaya (*Carica papaya* L.) a través de marcadores AFLP en Cuba. *Revista Colombiana de Biotecnología* 11 (2): 31-39.
- Alonso EM, Tornet QY, Ramos RR, Farrés AE, Aranguren GM, Rodríguez MD, 2008. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. *Agricultura Técnica en México* 34 (3): 333-339.
- Alonso M, Tornet RR, Farrés E, Castro J, Rodríguez MC, 2008. Evaluación de tres cultivares de papaya del grupo solo basada en caracteres de crecimiento y productividad. *Cultivos tropicales* 29 (2): 59-64.
- Álvarez HJC, Tapia-Vargas LM, 2019. Selección de plantas de papaya sobresalientes en ambientes comerciales con fines de mejoramiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 23: 303-311.
- Barrantes-Santamaría W, Loría-Quirós C, Gómez-Alpízar L, 2019. Evaluación de dos sistemas de sexado en plantas de papaya (*Carica papaya*) híbrido Pococí. *Agronomía Mesoamericana* 30 (2): 437-446.

- Brito GT, Damián NA, Cruz LB, Hernandez, CE, Garcia RF, Brito MD, 2016. Evaluación fenológica de dos genotipos de papaya (*Carica papaya*) R₅M₅ con tolerancia al virus de la mancha anular en Iguala, Guerrero, México. *Tlamati* 7 (2): 9-14.
- Camejo AA, Añez QM, 2009. Crecimiento de lechosa (*Carica papaya* L.) cv. 'Maradol' en dos tipos de envase y de sustrato. *Revista UDO Agrícola* 9 (1): 136-140.
- Collavino AA, Florentin JL, Gaiad JE, Alayón LP, 2016. Desarrollo vegetativo y fenología del mamón (*Carica papaya* L.) bajo dos condiciones de cultivo. *Agrotecnia* 23: 15-20.
- CONAGUA (2015) Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Iguala (1205), estado de Guerrero. Comisión Nacional del Agua. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103668/DR_1205.pdf [02 de enero de 2021].
- Davamani J, Balamohan TM, Sudha R, 2013. Evaluation of papaya (*Carica papaya* L.) hybrids for yield and papain recovery. *Journal of Horticultural Sciences* 8 (2): 165-171.
- Assis-Gomes MD, Teixeira PD, Bressan-Smith R, Campostrini E, 2018. Exogenous brassinosteroid application delays senescence and promotes hyponasty in *Carica papaya* L. leaves. *Theoretical and Experimental Plant Physiology* 30 (3): 193-201.
- De Castro FA, Campostrini E, Netto AT, Assis Gomes GMD, Ferraz TM, Glenn DM, 2014. Portable chlorophyll meter (PCM-502) values are related to total chlorophyll concentration and photosynthetic capacity in papaya (*Carica papaya* L.). *Theoretical and Experimental Plant Physiology* 26: 201-210.
- Díaz HY, Torres DW, Rodríguez C, Rodríguez HP, 2014. Respuesta de plantas de papaya silvestre (*Carica cubensis* solms) al estrés hídrico y su recuperación: aspectos fisiológicos y del crecimiento. *Cultivos Tropicales* 35 (3): 55-61.
- Díaz-López A, Angulo L, Vegas GA, Sandra RY, Ramis C, Saldaña RG, 2013. Evaluación de dos marcadores tipo SCAR para la determinación del sexo en lechosa, variedad Maradol. *Agronomía Tropical* 63 (1-2): 93-100.

- East West Seed, 2021. Características de variedades de papayas. Recuperado de <https://lat.eastwestseed.com/crops/papaya> [28 de marzo de 2021]
- Escamilla GJL, Saucedo VC, Martínez DMT, Martínez GÁ, Sánchez GP, Soto HRM, 2003. Fertilización orgánica, mineral y foliar sobre el desarrollo y la producción de papaya CV. Maradol. Terra Latinoamericana 21 (2): 157-166.
- Fallas R, Bertsch F, Barrientos M, 2014. Curvas de absorción de nutrientes en papaya (*Carica papaya* L.) CV. “Pococí” en las fases de crecimiento vegetativo, floración e inicio de cosecha. Agronómica Costarricense 38 (2): 43-54.
- FAO, (2019). Crops. FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QV> [22 de marzo de 2021].
- Flores-Bautista R, Ávila-Reséndiz C, Villanueva-Jimenez JA, 2018. Comportamiento de accesiones nativas de *Carica papaya* inoculadas con PRSV-p mediante *Aphis nerii*. Revista Mexicana de Fitopatología 37 (1): 147-158.
- Gabriel J, Ortuño N, Vera M, Castro C, Narváez W, Manobanda, M, (2017) Manual para evaluación de daños de enfermedades en cultivos agrícolas. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador. 53 pp.
- García AE (3), 1983. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM, México, D.F. 146 pp.
- González AD, Álvarez HU, Lima OR, 2018. Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí – sorgo. Revista Centro Agrícola 45 (2): 77-82.
- Greigh BG, Sofiatti, V, Neiva BZ, Belo SV, Magnum SF, Almeida SD, 2011. Non-destructive analysis of photosynthetic pigments in cotton plants. Acta Scientiarum. Agronomy 33 (4): 671-678.
- Hall AE, Cisse N, Thiaw S, Elawad HOA, Ehlers JD, Ismail AM, Fery R, Roberts PA, Kitch LW, Murdock LL, Boukar O, Phillips RD, Mcwatters KH, 2003. Development of

- cowpea cultivars and germplasm by the Bean/Cowpea CRSP. *Field Crops Res* 82:103-134.
- Hernández MJM, León GY, Hernández GB, 2015. Espaciado entre plantas y número de hojas en el tabaco negro tapado. I. Efecto en el crecimiento y desarrollo. *Cultivos Tropicales* 36 (1): 116-121.
- Honoré MN, Belmonte-Ureña LJ, Navarro-Velasco A, Camacho-Ferre F, 2020. Effects of the size of papaya (*Carica papaya* L.) seedling with early determination of sex on the yield and the quality in a greenhouse cultivation in continental Europe. *Scientia Horticulturae* 265: 1-9.
- Jerez EM, Martín MR, Díaz H, 2014. Estimación de la superficie foliar en dos variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) por métodos no destructivos. *Cultivos Tropicales* 35 (1): 57-61.
- Jiménez-Méndez AJ, Guerrero-Peña A, García-López E, Carrillo-Ávila E, 2019. Producción de biomasa total, rendimiento y composición de la semilla de *Jatropha curcas* L. con diferentes dosis de fertilización. *Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América* 44 (9): 529-534.
- León J (2), 1987. *Botánica de los cultivos tropicales*. IICA, San José, Costa Rica. 445 pp.
- Lozano JV, Ascencio J, Ugarte J, Yzaguirre L, 2014. Efecto del humusbol (Humato doble de Potasio y Fósforo) en el crecimiento del maíz en fase vegetativa. *Bioagro* 26 (3): 143-152.
- Mamani PA, Ticona AJ, 2019. Evaluación del comportamiento agronómico de la variedad “Red Lady” en la producción de papaya (*Carica papaya* L.), en la localidad de Bajo Inicua, del municipio de Palos Blancos. *Revista Apthapi* 5 (1): 1464-1473.
- Martin-Mex R, Ángel Nexticapan-Garcéz Á, Herrera-Tuz R, Vergara-Yoisura S, Larqué-Saavedra A, 2012. Efecto positivo de aplicaciones de ácido salicílico en la productividad de papaya (*Carica papaya*). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3 (8): 1637-1643.

- Mirafuentes HF, Azpeitia MA, 2008. 'Azteca', primer híbrido de papaya para el trópico de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31 (3): 291-293.
- Mirafuentes HF, Santamaría BF, 2014. MSXJ, híbrido de papaya sin carpeloidía para el sureste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (7): 1297-1301.
- Montgomery DC (2017). *Design and analysis of experiments*. 8th Edition. John Wiley & Sons New York, USA. 724p.
- Parés J, Basso C, 2013. Efecto del cloruro de sodio sobre el crecimiento y estado nutricional de plantas de papaya. *Bioagro* 25 (2): 109-116.
- Posada PL, Gómez KR, Perez PJ, Reyes VM, Norman MO, 2010. Development of a new papaya (*Carica papaya* L.) hybrid IBP 42-99. *Interciencia* 35 (6): 461-465.
- Quiñones-Aguilar EE, López-Pérez L, Hernández-Acosta E, Ferrera-Cerrato R, Rincón-Enríquez G, 2014. Simbiosis micorrízica arbuscular y fuentes de materia orgánica en el crecimiento de *Carica papaya* L. *Interciencia* 39 (3): 198-204.
- Quiñones-Aguilar EE, López-Pérez L, Rincón-Enríquez, 2014. Dinámica del crecimiento de papaya por efecto de la inoculación micorrízica y fertilización con fósforo. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 20 (2): 223-237.
- Rincón GN, Olarte QMA, Pérez NJC, 2012. Determinación del Área Foliar en Fotografías Tomadas con una Cámara Web, un Teléfono Celular o una Cámara Semiprofesional. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 65 (1): 6399-6405.
- Rodríguez CJ, Díaz HY, Pérez GA, Fundora LR, Rodríguez HP, 2015. Análisis del crecimiento de un genotipo silvestre de *Carica papaya* L. cultivado *ex situ* y CV. 'Maradol Roja'. *Cultivos Tropicales* 36 (3): 96-115.
- Rodríguez CJ, Díaz HY, Pérez GA, Natali CZ, Rodríguez HP, 2014. Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (*Carica papaya* L.) de Cuba. *Cultivos tropicales* 35 (3): 36-44.

- Rodríguez D, Alonso M, Tornet Y, Valero L, Rainildes LE, Pérez R, 2013. Evaluación de accesiones cubanas de papaya (*Carica papaya* L.) ante la mancha anular. *Summa Phytopathologica* 39 (1): 24-27.
- Rodríguez-Cabello J, 2019. `Nativo´ híbrido cubano de papayo (*Carica papaya* L.). *Cultivos Tropicales* 40 (3): 1-9.
- Ruiz DE, Caballero AMW, Rodríguez MSJ, 2018. “INIVIT fb-4”, nuevo cultivar de papaya (*Carica papaya* L.) para la agricultura cubana. *Cultivos Tropicales* 39 (4): pp 91.
- Santiago CC, Almanza-Merchán PJ, Hernando PE Cely-Reyes GE, Serrano-Cely PA, 2018. Estimación de la concentración de clorofila mediante métodos no destructivos en vid (*Vitis vinifera* L.) cv. Riesling Becker. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 12 (2): 329-337.
- Sauceda-Acosta CP, Lugo-García GA, Villaseñor-Mir HE, Partida-Ruvalcaba L, Reyes-Olivas Á, 2015. Un método preciso para medir severidad de roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriksson) en trigo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 38 (4): 427-434.
- SIAP (2019) Producción anual agrícola. Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> [5 de febrero de 2021].
- Vázquez GE (1), 2010. Producción y manejo postcosecha de papaya Maradol en la planicie huasteca. INIFAP, Tamaulipas, México. 155 pp.
- Zhou L, Eloisa M, Reyes Q, Paull RE, 2020. Papaya (*Carica papaya* L.) leaf area estimation and single-leaf Net photosynthetic CO₂ assimilation rate following leaf defoliation and fruit thinning. *HortScience* 55 (11): 1861–1864.

VII. DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE FRUTOS DE TRES VARIEDADES DE PAPAYA

7.1. Resumen

Este trabajo se realizó para evaluar el comportamiento de la calidad de frutos de papayas variedad Maradona-F1 y Bela Nova-F1 en comparación con la variedad convencional Maradol. Los frutos se colectaron en grado dos de maduración de acuerdo a la NMX-FF-041-SCFI-2007 del campo experimental Iguala del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Las dimensiones de los frutos presentaron los valores más altos en la variedad Maradona-F1 expresando 12.44 cm en diámetro máximo y 8.92 cm en diámetro mínimo, en el largo al diámetro máximo las tres variedades no presentaron diferencia estadística significativa. En la comparación de peso de fruto Maradona-F1 fue mayor (1747.0 g). En grosor de pulpa Maradona-F1 presentó 31.04 mm. En pérdida de peso Bela Nova-F1 presentó el menor porcentaje al día 15 (16.3 %). Las variedades Maradona-F1 y Bela Nova-F1 mantuvieron una firmeza en cascara al día 15 de 10.9, 11.0 N y en pulpa de 6.8 y 6.5 N respectivamente. En los sólidos solubles totales el valor más alto lo alcanzó Bela Nova-F1 (13.37 °Brix) en el día 9. Los rangos más altos en la densidad de pulpa del día 0 al 9 los presentó Bela Nova-F1 de 0.53 a 0.62 g cm⁻¹. La variedad Bela Nova-F1 mantuvo los valores más bajos en acides titularle con respecto al tiempo. El valor más bajo en pH en el día 9 lo presentó Bela Nova-F1 (5.46). En la coloración de la cascara la variedad Bela Nova-F1 presentó una coloración amarillo más intensa y con mayor luminosidad (L*) en el último día de evaluación (L*: 65.60; a*: 18.45; b*: 55.86), en cambio Maradona-F1 presentó tonos más rojizos (a*: 23.77). En el día 15 los colores de la pulpa de tonalidades rojizas y amarillas más intensos los expresó la variedad Maradona-F1 (a*: 48.45; b*: 54.57). Maradona-F1 y Bela Nova-F1 presentaron mejor respuesta en la evaluación de las variables morfológicas y fisicoquímicas, por lo tanto, son de mejor calidad, lo cual las hace una buena opción para su introducción y producción en condiciones climáticas de trópico seco.

Palabras claves: morfología de fruto, fisicoquímicos, maduración en fruto, coloración.

7.2. Introducción

La papaya (*Carica papaya* L.) es uno de los principales frutos tropicales producidos en el mundo, siendo México el mayor exportador, con una cantidad de 160,000 t exportadas principalmente a Estados Unidos de América, se estima que en 2019 destinó el 99 % de sus exportaciones a ese país (FAO, 2020). La alta demanda de este fruto se debe a que contiene propiedades organolépticas agradables para los consumidores, además proporciona grandes aportes nutrimentales en la alimentación humana debido a que contiene minerales y vitaminas necesarias para el funcionamiento del organismo (Nwofia *et al.*, 2012). De las 19,858.39 ha cultivadas de papaya en el país, 19,502.59 ha son de Maradol, representando el 98 % de la superficie sembrada total (SIAP, 2019); esta variedad presenta susceptibilidad a plagas y enfermedades, provocando pérdidas en rendimiento, calidad y por ende económico a los productores (Flores-Bautista *et al.*, 2018). Se estima que las pérdidas poscosecha oscilan del 10 al 50 %, existen diferentes factores, de entre los más importantes se encuentran los daños mecánicos en el manejo del fruto, cambios drásticos de temperatura, contaminación por patógenos y corta vida de anaquel (Suárez-Quiroz *et al.*, 2013), dichos factores comprometen la calidad e integridad física y química de los frutos como lo son deformaciones, cambios en el color, el peso, pérdida de firmeza, cambios químicos en los azúcares, el pH y la acidez titulable que alteran las propiedades organolépticas que caracterizan a un fruto de calidad (Santamaría *et al.*, 2009). Es por ello la importancia de evaluar variedades híbridas como alternativas a las variedades convencionales que pudieran presentar características como tolerancia a enfermedades, que expresen una alta vida de anaquel y que a su vez mantengan una buena calidad fisicoquímica (Alonso *et al.*, 2009; Santamaría *et al.*, 2015). Las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova poseen antecedentes de tolerancia a enfermedades, una alta vida de anaquel al igual que una buena calidad de fruto (East West Seed, 2020).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el comportamiento de la calidad de frutos de papayas variedad Maradona-F1 y Bela Nova-F1 en comparación con la variedad convencional Maradol bajo condiciones de almacenamiento.

7.3. Materiales y Métodos

7.3.1. Materiales genéticos

Las variedades que se utilizaron en el presente estudio, son la variedad de papaya Maradol y los híbridos Maradona-F1 y Bela Nova-F1 (East West Seed, 2021). Los frutos se colectaron en grado dos de maduración de acuerdo a la NMX-FF-041-SCFI-2007, del campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campus Iguala, ubicado en el km 2.5 de la carretera Iguala-Tuxpan, municipio de Iguala Guerrero, las coordenadas geográficas son 18° 20' 34.1" Latitud Norte y 99° 30' 50" Longitud Oeste, con una altura de 766 m. En todo el territorio municipal predomina el clima cálido-subhúmedo con temperaturas medias anuales de 25.7°C (García, 1983), la precipitación pluvial promedio anual es de 1006.5 mm (CONAGUA, 2015).

7.3.2. Manejo

Para la evaluación del presente experimento se realizó un manejo convencional, el cual se basó de acuerdo a la metodología del Libro Técnico de producción y Manejo Postcosecha de Papaya Maradol en la Planicie Huasteca, (Vázquez *et al.*, 2010). Para la producción de plántula se le dio un precondicionamiento hídrico a la semilla el cual consistió en remojar la semilla durante 72 h cambiando el agua cada 8 h, en las últimas 8 h se aplicó Vitavax 200 FF (Chemtura®) a razón de 2 cc por L de agua, se cubrieron con una toalla, se dejaron reposar por cuatro días hasta que el endocarpio comenzó a abrir, la siembra se realizó el día 2 de julio de 2019 en vasos de unicel de 10 pulgadas. El trasplante en campo se realizó el día 11 de agosto de 2020, las plantas se trasplantaron a 3.20 m de distancia entre hilera y a 1.50 m entre planta dando una densidad estimada de 2,083 plantas por hectárea. La fertilización consistió en diferentes dosificaciones de 17-17-17, se aplicó inyectado al suelo 120 g en la etapa de floración (11 de noviembre de 2019), 200 g en amarre de fruto (21 febrero de 2020), 300 g en etapa de cosecha (6 de junio de 2020) y se complementó con la aplicación de manera foliar de Bayfolan (Bayer®) en dosificación de 4.1 ml por L de agua. Para el control de plagas y enfermedades se realizaron aplicaciones foliares de Malation (Dragon®) a razón de 1 ml por L de agua y Captan 50 WP (Adama®).

7.3.3. Variables de estudio

Para determinar las características de calidad, los frutos se sometieron a un almacenamiento comercial a 20°C durante 15 días, a los cuales se les midió cada tres días con un vernier digital y una regla graduada de 30 cm el *diámetro máximo (cm)* que corresponde a la parte más prominente del fruto, el *diámetro mínimo (cm)* que corresponde a la parte inferior del fruto cercana a la inserción del pedúnculo, el *largo máximo (cm)* que se midió desde la inserción del pedúnculo hasta el ápice del fruto y el *largo al diámetro máximo (cm)* que se toma desde la parte basal del fruto y hasta el *diámetro máximo* (Schweiggert *et al.*, 2011 como lo hizo Hernández-Salinas *et al.* (2019), en la presente investigación se midió el *grosor de la pulpa* (mm) con un vernier digital el cual se posicionó en el costado lateral de un fruto cortado a lo largo por la mitad.); la *pérdida del peso del fruto (%)* y *peso promedio del fruto* se midió con la ayuda de una balanza con capacidad de 5000 g (Rules *et al.* 2016); Se *color de cascara* y el *color de la pulpa* en valores L*, a*, b* como lo hizo Santamaría *et al.* (2009), a diferencia de dicho autor en la presente investigación se utilizó la app Color Grab.). La *firmeza de cascara* y *firmeza de fruto* se midió en Newtons (N) con un penetrómetro digital SF-500 con punzón cónico (Sañudo *et al.*, 2008); Al igual que Santamaría *et al.* (2009) la determinación de los *sólidos solubles totales (°Brix)* se realizó utilizando un refractómetro marca Sper Scientific modelo 300001. Se midió la *acidez titulable (%)* utilizando la metodología de Alarcón-Zayas *et al.* (2018), misma que consistió en la relación de un ácido (pulpa de papaya) y una base (NaOH), utilizando fenolftaleína como indicador para la cual se utilizaron 150 ml de muestra diluida en una relación de 1 parte de pulpa de papaya y 2 partes de agua destilada. Para determinar el *pH* de las tres variedades se utilizó un potenciómetro (Hernández *et al.*, 2014). La *densidad de pulpa (g cm⁻¹)* se determinó por desplazamiento de agua, con una probeta tarada previamente con alcohol (Ostos *et al.*, 2012).

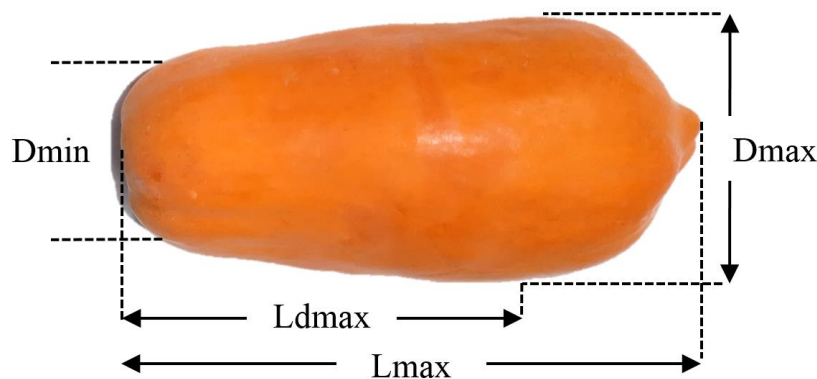


Figura 1. Guía de caracterización morfológicas de las dimensiones del fruto de la papaya (Schweigert *et al.*, 2011). Dmax: diámetro máximo; Dmin: diámetro mínimo; Lmax; largo máximo; Ldmax; largo al diámetro máximo.

7.3.4. Diseño experimental

Se llevó a cabo un diseño experimental unifactorial, teniendo como factor la variedad de papaya con tres niveles (N_1 = Maradol, N_2 = Maradona-F1 y N_3 = Bela Nova-F1). Para cada una de las variables de estudio se empleó como unidad experimental un fruto, con 9 repeticiones. Cuando el análisis de varianza fue significativo ($p \leq 0.05$), se realizó una comparación de medias aplicando la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), mediante el empleo del paquete estadístico SAS 9.1 (Montgomery, 2017).

7.4. Resultados y Discusión

7.4.1. Dimensiones de fruto

En el diámetro máximo se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre las tres variedades, siendo Maradona-F1 la que presentó el valor más alto (12.44 cm), seguido de Maradol (11.32 cm) y Bela Nova-F1 (10.13 cm), valores similares a los reportados Barrantes-Santamaría *et al.* (2019) en variedad Pococí (11.84 cm), en cambio Nishimwe *et al.* (2019) presentó valores inferiores en papaya Sunrise Solo (9.4 cm). En diámetro mínimo no se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre Maradol (8.49 cm) y Maradona-F1 (8.92 cm), pero no fue así para Bela Nova-F1 debido a que presentó el valor más bajo (7.45 cm); sin embargo, existen variedades comerciales como la Pococí que presenta

diámetro mínimo de 3.4 cm (Schweiggert *et al.*, 2011), esto sugiere que la talla en los diámetros del fruto se ve influenciada por la forma y el tipo de mercado al cual van dirigidos.

Al determinar el largo máximo las variedades Maradol (25.61 cm) y Maradona-F1 (24.12 cm) no presentaron diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) observando que fueron mayor a Bela Nova-F1 (22.53 cm). Barrantes-Santamaría *et al.* (2019) presentó un largo máximo en variedad Pococí (21.77 cm) inferior al de las variedades estudiadas en la presente investigación. En un estudio en el cual se determinaron las características de largo máximo de papayas nativas de México se observaron valores de 21.0, 10.5 y 6.6 cm en tres grupos, estas variabilidades en tamaño contrastan con las tallas presentadas por las variedades híbridas del presente estudio (Hernández-Salinas *et al.*, 2019). En la evaluación de largo al diámetro máximo se encontró el valor más alto en la variedad Maradol (15.16 cm), sin embargo, estadísticamente no difiere de Maradona-F1 (14.95 cm) y de Bela Nova-F1 (14.18 cm), al comparar este parámetro se encontraron valores que se acercan a los del presente estudio como en de la variedad Pococí (12.7 cm) y otros valores como el que presenta la papaya Sunset (6.4 cm) que es inferior a los presentados por Maradona-F1 y Bela Nova-F1 (Schweiggert *et al.*, 2012), sin embargo las dimensiones de las diferentes variedades en los frutos de papaya se establecen en función a la demanda de grupos específicos de consumidores.

7.4.2. Peso de fruto

En peso del fruto no se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), entre Maradol (1637.3 g) y Maradona-F1 (1747 g), sin embargo, los valores de esta última muestran un promedio más alto. Bela Nova-F1 obtuvo 1136.4 g y presentó menor peso de fruto. Al comparar las variedades MSXJ (1736 g) y Lenia Plus (1746 g) presentaron valores que coinciden con el peso expresado por Madona-F1 (Santamaría *et al.*, 2015). En este sentido Alcántara *et al.* (2019) presentó un valor en la variedad convencional Maradol de 1706 g y es comparable con el valor que obtuvo Maradona-F1. En la actualidad existen materiales de papaya que producen frutos que varían en peso tal es el caso de la variedad INIVIT fb-4 que presenta Ruiz *et al.* (2018) con frutos de gran tamaño que alcanzan promedios en peso de 5240 g, frutos como estos bien podrían ir dirigidos a sitios en los cuales se comercie fruta picada, sin embargo los pesos bajos en los frutos en relación al tamaño no siempre son poco

deseables, debido a que frutos con estas características podrían ir dirigidas a mercados específicos en los cuales requieran de fruta más pequeña para el consumo en fresco, Bela Nova-F1 podría ajustarse a estos tipos de mercados debido a que presentó el valor más bajo en peso (1136.4 g), valor que se acerca al peso promedio de la variedad híbrida MSXJ (1400 g) (Mirafuentes y Santamaría, 2014), otros nuevos híbridos emergentes como lo es la variedad Nativo también presentan bajos promedios en peso (859 g) (Rodríguez, 2019). De acuerdo a la norma mexicana de productos alimenticios no industrializados para consumo humano de fruta de papaya en fresco (NMX-FF-041-SCFI-2007) indica que los valores de peso presentados por las variedades Híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 se encuentran dentro del rango especificado por esta norma que va de 200 a 5500 g, es decir, que los valores expresados por las variedades híbridas del presente estudio son aceptables para su libre comercialización y consumo.

7.4.3. Grosor de pulpa

Los valores de grosor de pulpa en Maradol (30.52 mm) y Maradona-F1 (31.04 mm) no mostraron diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), mientras que la variedad Bela Nova-F1 (27.95 mm) difirió esto puede deberse a que el grosor de la pulpa se expresó en relación a las dimensiones del fruto. Los valores obtenidos por Maradona-F1 son comparables con variedades comerciales como la Maradol que presenta Belandria *et al.* (2010) al reportar un grosor de pulpa de 29.4 mm, de igual manera Rodríguez *et al.* (2014) presentó 32 mm en esta misma variedad. Esta variable no se ve muy marcada en variedades nativas como las que estudió Hernández-Salinas *et al.* (2019) al encontrar un valor de 21 mm en un grupo de 100 ejemplares, en este mismo sentido un estudio en el que se caracterizaron 22 poblaciones de papayas nativas del estado de Guerrero se encontraron rangos en grosor de pulpa de 10 a 31 mm (Reyes *et al.*, 2017), lo cual puede sugerir que el grosor de pulpa está influenciado por el mejoramiento genético al que se han sometido diferentes variedades comerciales e híbridos. De acuerdo a Aspeitia-Echegaray *et al.* (2014) los frutos con una cavidad ovárica pequeña, es decir, aquellos que presentan mayor grosor de pulpa son comercialmente más atractivos. En la presente investigación la variedad Maradona-F1 presentó las características de grosor de pulpa más aceptable debido a que presentó el mayor grosor de pulpa con un promedio de 31.04 mm en comparación de Maradol y Bela Nova-F1.

Cuadro 1. Dimensiones y morfología de frutos de papaya (*Carica papaya* L.).

Variabes	Maradol	Maradona-F1	Bela Nova-F1
Diámetro máximo (cm)	11.32 ± 1.19 ^b	12.44 ± 0.92 ^a	10.13 ± 1.17 ^c
Diámetro mínimo (cm)	8.49 ± 1.40 ^a	8.92 ± 0.88 ^a	7.45 ± 0.74 ^b
Largo máximo (cm)	25.61 ± 2.08 ^a	24.12 ± 1.20 ^a	22.53 ± 2.16 ^b
Largo al diámetro máximo (cm)	15.16 ± 2.61 ^a	14.95 ± 2.14 ^a	14.18 ± 2.05 ^a
Peso de fruto (g)	1637.3 ± 360.9 ^a	1747.0 ± 458 ^a	1136.4 ± 225.3 ^b
Grosor de pulpa (mm)	30.52 ± 3.68 ^{ab}	31.04 ± 3.49 ^a	27.95 ± 2.84 ^b

Medias ± desviación estándar, n=9

7.4.4. Pérdida de peso de fruto

En la Figura 1 se observa el comportamiento de la pérdida de peso del fruto con respecto al tiempo, en la cual se puede observar una reducción constante en el peso del fruto a lo largo de los 15 días de almacenamiento, en la cual se aprecia que de entre el día 6 al 9 hay una ligera paulatinidad en la descendencia del peso, la pérdida del peso del fruto es causada por la pérdida de agua a través de la respiración de este y a medida que la temperatura aumenta el peso del fruto se reduce (Suárez *et al.*, 2009).

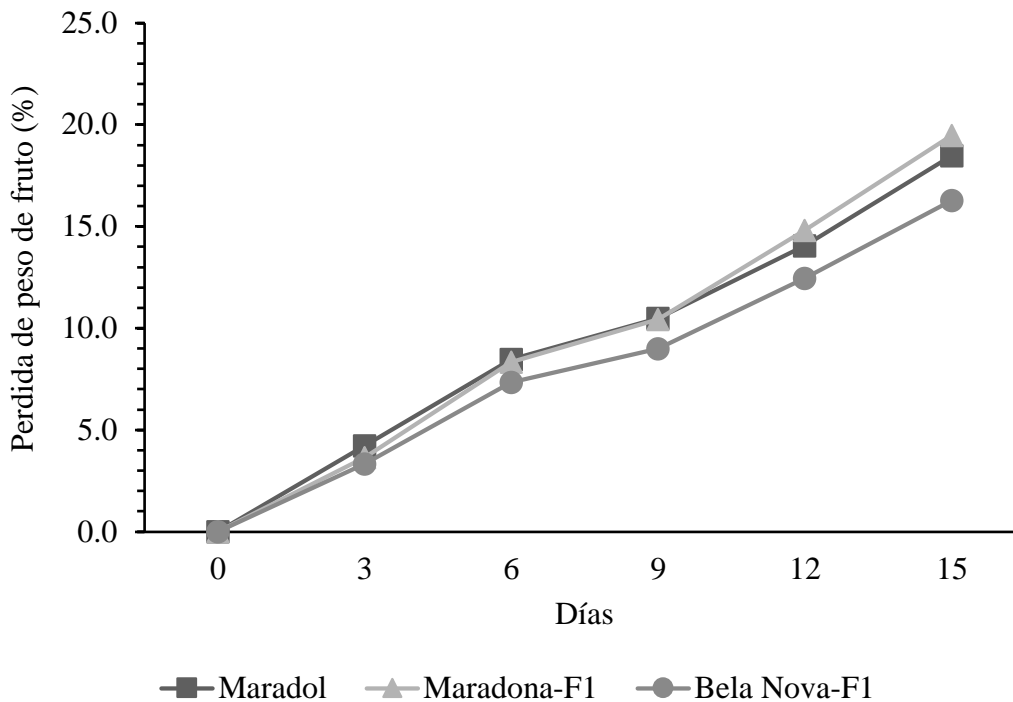


Figura 2. Porcentaje de pérdida de peso en frutos de tres variedades de papaya (*Carica papaya* L.) almacenados durante 15 días a una temperatura de 20°C.

De acuerdo con el análisis estadístico se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en pérdida de peso del fruto entre los tres cultivares en relación a los días de almacenamientos, en los cuales las variedades Maradol y Maradona-F1 presentaron los valores más altos, sin embargo, estas dos variedades tuvieron similitud en la tendencia de disminución de peso, mientras que Bela Nova-F1 expresó el menor peso. El porcentaje más alto en pérdida de peso lo presentó la variedad Maradona-F1 (19.5 %), seguido de Maradol (18.5 %) y Bela Nova-F1 (16.3 %), en variedad Maradol Petit-Jiménez *et al.* (2010) presentaron una pérdida de peso de 29.22 %, resultados más altos a lo reportado en la presente investigación, es probable que este comportamiento se deba a la temperatura, debido a que dicho autor almacenó los frutos a temperatura ambiente, a diferencia de los 20°C a los que fueron sometidos los frutos del presente estudio. En papaya variedad Tainung almacenada a una temperatura de 22°C Miranda *et al.* (2014), encontró valores en pérdida de peso de 12.7 % almacenadas durante nueve días, valor más alto a lo reportado en la presente investigación, sin embargo, a los 7 días de almacenamiento, la pérdida de peso expresada por Bela Nova-

F1 (7.4 %) coincide al 7.4 % que reportó dicho autor durante la misma cantidad de días almacenada. A los 9 días de almacenamiento los valores expresados en pérdida de peso por Maradol, Maradona-F1 y Bela Nova-F1 fueron de 10.5 %, 10.5 % y 9.0 % respectivamente, resultados que son similares con lo reportado por Osuna-García *et al.* (2009), en los que presentó pérdida de peso en papaya Maradol por encima del 10 %. De acuerdo con Magaña *et al.* (2013) las altas pérdidas en el peso del fruto reducen la calidad del mismo, en el presente estudio se detectó que la variedad Bela Nova-F1 presentó menor pérdida en el peso del fruto, por lo tanto, dicha variedad puede tener una mejor respuesta al tiempo de vida de anaquel.

7.4.5. Firmeza de cascara y pulpa de fruto

La Figura 3A muestra la gráfica del comportamiento de la firmeza de la cascara del fruto con respecto al tiempo de almacenamiento, en la cual se observa una pérdida precipitada en la firmeza del día 0 al 3, posteriormente se aprecia que hay una disminución constante y paulatina en la firmeza de la cascara. El comportamiento en la firmeza de la pulpa de las tres variedades en la Figura 3B es similar al comportamiento que presentó la firmeza de la cascara (Figura 3A), debido a que en firmeza de pulpa se aprecia una disminución precipitada del día 0 al 3, también se detectó que Maradol presentó firmeza superior a Maradona-F1 y Bela Nova-F en el día 0, sin embargo, del día 3 al día 15 se aprecia que Maradol mantiene una firmeza inferior a Maradona-F1 y Bela Nova-F1. Este comportamiento puede ser atribuido a que al comenzar la maduración el fruto entra en un proceso causado por el hidrólisis de diferentes componentes que conforman la pared celular (Martínez-González *et al.*, 2017).

En la Figura 3A se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en las tres variedades evaluadas durante 15 días de almacenamiento, se detectó que la variedad Maradona tiene los valores más altos en la mayoría de las mediciones, sin embargo, de la medición del día 0 al 9 Bela Nova-F1 presentó una disminución en la firmeza similar a Maradona-F1, manteniendo la mayor firmeza a lo largo de los 15 días, por su parte Maradol tubo menor firmeza en comparación con los híbridos. Los resultados obtenidos por las tres variedades en el día 0 (Maradol: 84.9 N; Maradona-F1: 94.7 N; Bela Nova-F1: 82.6 N;) se asemejan a los que presentó Umaña *et al.* (2011) (90 N) durante ese mismo momento, sin embargo, este autor reporta una disminución en la firmeza de cascara en variedad Pococí de 83 % después de 14 días de almacenamiento, resultados similares a los de la presente investigación pues se

observó una pérdida de la firmeza en la cascara del día 0 al 15 de 91.7 % para Maradol, 88.5 % para Maradona-F1 y 86 % para Bela Nova-F1.

Con respecto al análisis estadístico realizado en Firmeza de pulpa del fruto (Figura 3B) se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en las tres variedades evaluadas durante 15 días de almacenamiento, en el cual se observaron los valores más altos en la mayoría de las mediciones en la variedad Maradona-F1, sin embargo, en los días 6, 9 y 12 la variedad Bela Nova-F1 presentó valores similares a Maradona-F1, a pesar que Maradol inició con la mayor firmeza esta no se mantuvo constante a lo largo de los 15 días. La firmeza en la pulpa en el día 0 de Maradol Maradona-F1 y Bela Nova-F1 fue de 75.7 N, 57.2 N y 46.1 N, respectivamente, sin embargo, en el transcurso del día 0 al 15, se detectó una disminución en la firmeza de la pulpa de 93.2 % en Maradol, 88.2 % Maradona-F1 y 86.0 % para Bela Nova-F1, resultados que se acercan a lo reportado por Umaña *et al.* (2011) al reportar 90 % en Variedad Pococí después de 14 días de almacenamiento. En el presente estudio se encontraron valores en la firmeza de 10.3 N en Maradol 16.0 N en Maradona-F1 y 16.4 en Bela Nova en la cascara, 5.6, 8.9, 9.2 N en Maradol Maradona-F1 y Bela Nova-F1 respectivamente en la pulpa, valores que difieren a lo reportado por Corrales & Umaña, (2015) en donde presentaron valores en firmeza en cascara de 25.2 N y pulpa de 35.8 N en variedad Pococí, esta diferencia en la firmeza puede deberse a que dichos autores realizaron su evaluación en frutos a los 8 días de salidas de un almacenamiento a 12 °C, es probable que con la misma metodología de dichos autores las variedades híbridas del presente experimento podrían tener una mayor firmeza y un mayor tiempo de vida de anaquel. La pérdida de la firmeza tanto en cascara como en pulpa del fruto de papaya de las tres variedades puede deberse a la actividad enzimática la cual va en función de la temperatura de almacenamiento y el estado de madurez en el que es cosechado (Yao *et al.*, 2012).

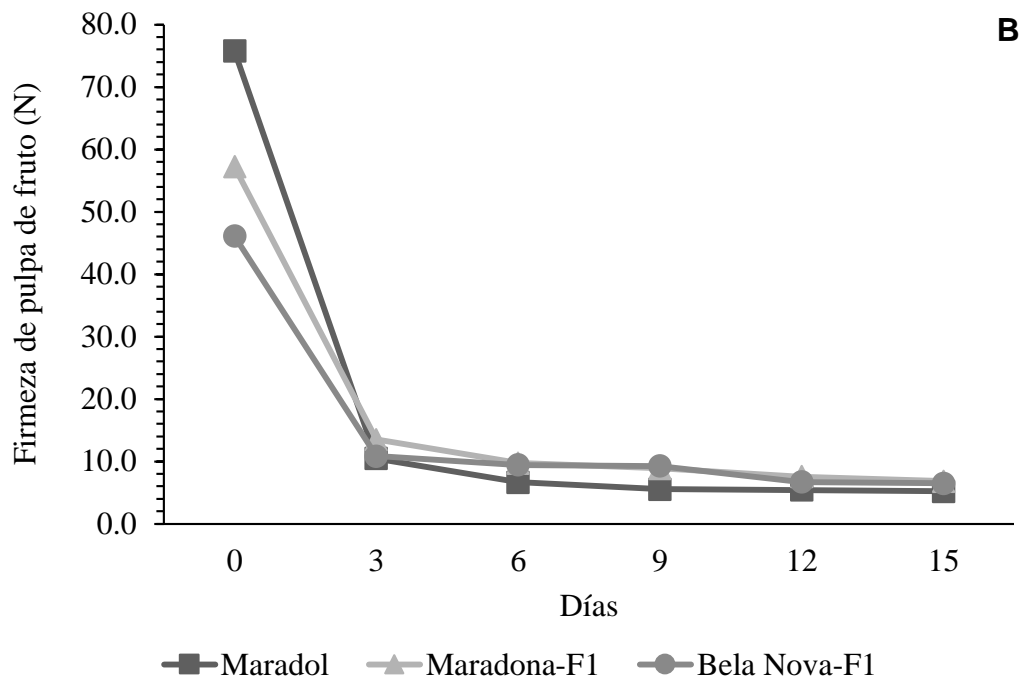
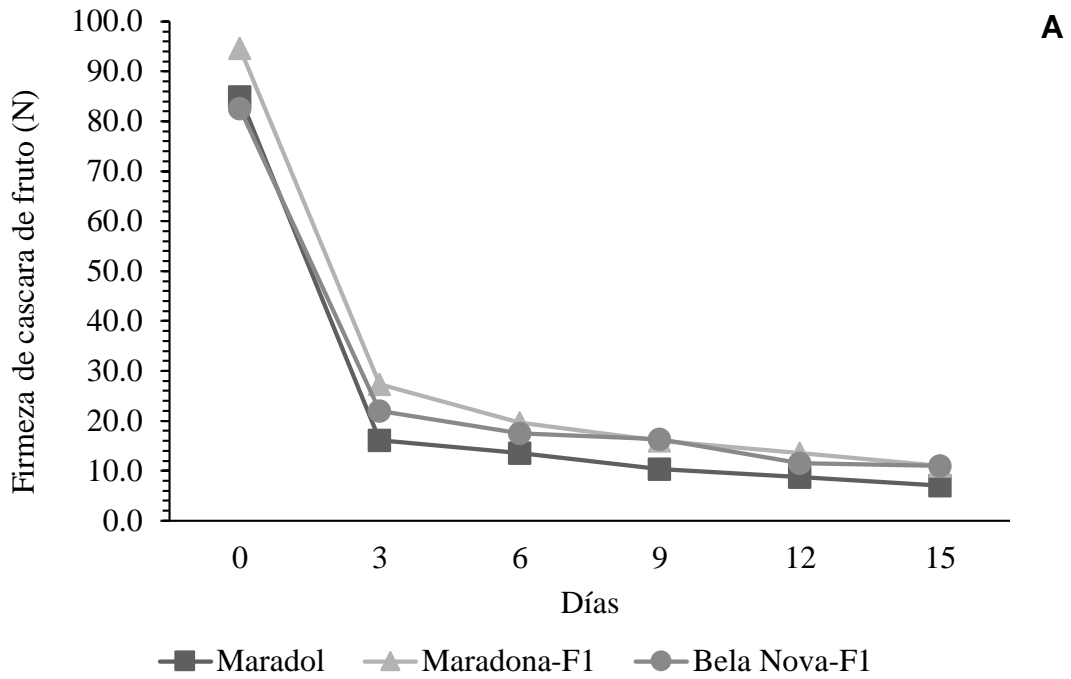


Figura 3. Comportamiento de la firmeza en cascara (A) y pulpa (B) en frutos de tres variedades de papaya (*Carica papaya* L.) almacenados durante 15 días a una temperatura de 20°C.

7.4.6. Sólidos solubles totales

En la Figura 4 se observa el comportamiento de los sólidos solubles totales del fruto con respecto al tiempo de almacenamiento, en la cual se observa un incremento acelerado del día 0 al 3, a partir de este último los sólidos solubles totales van presentando un incremento más paulatino, y a partir del día 12 se va estabilizando, el comportamiento en el incremento en los sólidos solubles totales y la madurando gradual de los frutos está relacionado con la degradación de los polisacáridos que a su vez incrementan los niveles de azúcares (Cárdenas-Coronel *et al.*, 2012).

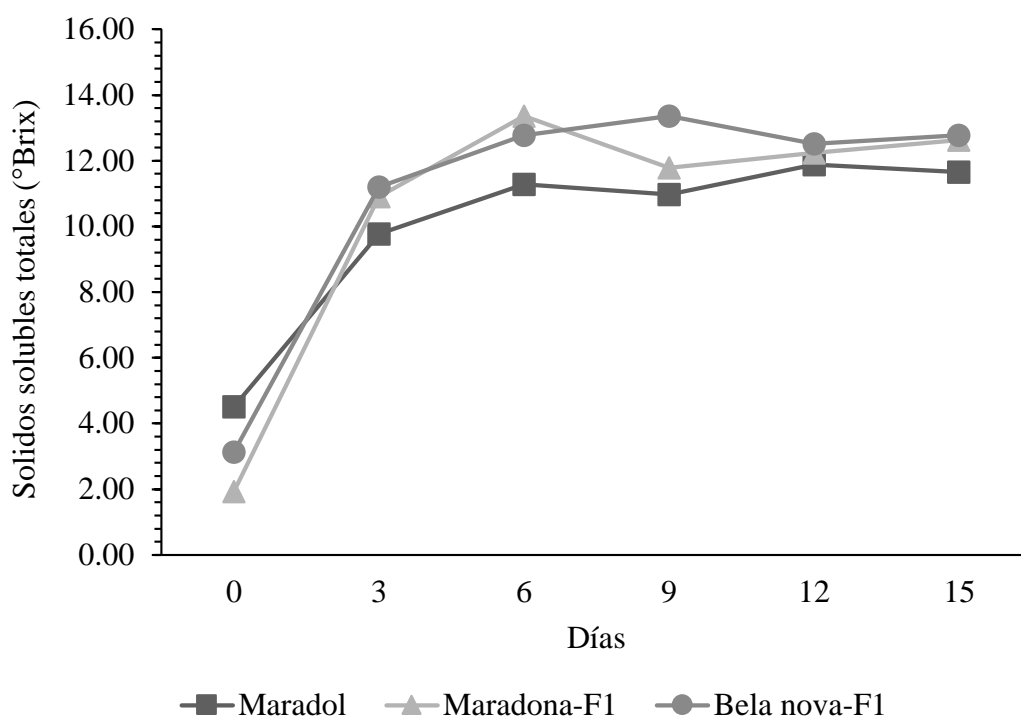


Figura 4. Comportamiento de los sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de tres variedades de papaya (*Carica papaya* L.) almacenados durante 15 días a una temperatura de 20°C.

En el análisis estadístico se observó una diferencia estadística entre las tres variedades en la cual se aprecia que la variedad Bela Nova-F1 fue mayor a lo largo de los 15 días de evaluación y coincidió con Maradona-F1 solo en el día 1, 6, 12 y 15, siendo Maradol la de valores más bajos. La variedad Maradona-F1 presentó el valor más alto en sólidos solubles

totales a los 6 días de almacenamiento (13.3 °Brix) mientras que Bela Nova-F1 alcanzó los 13.3 °Brix a los 9 días, por su parte Maradol presentó los valores más bajos a lo largo de los 15 días de evaluación alcanzando solo 11.8 °Brix hasta el día 12. En variedad de papaya Siluet Santamaría *et al.* (2015) alcanzó la madurez de consumo a los 12 días de almacenamiento con un valor en sólidos solubles totales de 12.4 °Brix, resultados que coinciden con los valores expresados por Maradona-F1 (12.6) y Bela Nova-F1 (12.5 °Brix) en ese mismo periodo. En un estudio en el cual se determinó la calidad de fruto de la variedad Maradol colectada en huertos comerciales encontraron valores de 7.7 °Brix en madurez de consumo, resultados que son superados por Maradona-F1 y Bela Nova-F1 debido a que a partir del día 3 de almacenamiento presentaron valores de 10.9 y 11.20 °Brix respectivamente, mismos que se fueron incrementando gradualmente (Miranda-Ramírez *et al.*, 2020). Bajo las mismas condiciones de temperatura a las de la presente investigación Morais y Argañosa, (2010) reportaron valores de 13.5 °Brix en la variedad Sunrise Solo, coincidiendo con los resultados expresados por Bela Nova-F1 en el día 9 de almacenamiento. De acuerdo con lo reportado por Marin *et al.* (2014) hay un cambio en las propiedades químicas de los frutos con relación a los días de almacenamiento, en el caso de los sólidos solubles totales de las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 son comparables en nivel de azúcares con otras variedades e híbridos comerciales.

7.4.7. Densidad de pulpa

En la tabla 1 se observan los valores de densidad, los cuales se encontraron en un rango de 0.53 y 0.60 g cm⁻¹, para la variedad Maradol al día 9, para la variedad Bela Nova-F1 0.53 a 0.63 g cm⁻¹ al día 03. Durante la maduración se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para este parámetro en las variedades Maradol y Bela Nova-F1, pero no así, en Maradona-F1. De acuerdo a Chavarro-Castrillón *et al.* (2006), el porcentaje de encogimiento de las muestras es mayor al porcentaje de reducción en el peso, lo que hace que la densidad aparente aumente con el tiempo. Hacia el final del proceso, el valor de la densidad aparente mostró un incremento adicional; similar a lo obtenido por Del Pilar *et al.* (2007). Los reportes del efecto de la maduración sobre la densidad en papaya son limitados, sin embargo, al comparar los valores obtenidos en el presente trabajo (Maradol día 0: 0.53 g cm⁻¹, día 9: 0.60 g cm⁻¹; Maradona-F1 día 0: 0.54 g cm⁻¹, día 9: 0.58 g cm⁻¹; Bea Nova-F1 día 0: 0.53 g cm⁻¹,

día 9: 0.62 g cm⁻¹) valores que se encuentran en el orden de lo reportado por Andrade-Cuvi 2016, que al estudiar el efecto de la maduración sobre *Solanum quitoense* Lam encontró valores en el rango de 0.71 a 0.77 g cm⁻¹. La variación en la densidad con respecto al tiempo de almacenamiento está relacionada con el contenido de azúcares, almidón, y como estos se sintetizan en el transcurso del proceso de maduración. En algunos frutos la densidad se correlaciona significativamente con la calidad sensorial, como el dulzor, el aroma del mango, intensidad de firmeza, y color de pulpa amarillo-naranja, siendo este último un indicador de contenido de carotenoides (Cárdenas-Coronel *et al.*, 2012; Hor *et al.* 2020).

7.4.8. Acidez titulable

En acidez titulable (Tabla 1) se observan los rangos de valores en Maradol de 0.95 a 0.98 % del día 0 al 6, en Maradona-F1 de 0.83 a 1.20 % del día 0 al 6, mismo comportamiento lo presentó la variedad Bela Nova-F1 debido a que del día 0 al día 6 presentaron 0.60 y 6 0.83 % en acidez titulable, es decir que hubo un incremento conforme al tiempo, sin embargo, en día 15 hubo una reducción con respecto al día 0, esta disminución en los % de acidez titulable en relación al tiempo de almacenamiento se podría atribuir a la degradación del ácido cítrico la maduración y su posterior utilización en los procesos metabólicos de la fruta (Thinh *et al.*, 2013). Este comportamiento es similar a lo que reportan Barrera *et al.* (2012) quienes menciona que encontró los valores más altos en el día 9, a diferencia de dichos autores en la presente investigación se encontró un valor máximo en el día 6. Se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) con respecto al tiempo de almacenamiento, dicho comportamiento fue similar al reportado por Miranda *et al.* (2014) en variedad Tainung el cual presentó rangos de acidez de 0.65 % en el día 0 y 0.84 al día 9. En *Carica cundinamarcensis* J. Rodríguez *et al.* (2010) encontró un incremento gradual en la acidez titulable del grado de maduración 2 al 5 de 0.34 a 0.50 % respectivamente, en este mismo sentido Almeida *et al.* (2011) menciona que hubo un descenso en el tercer día de almacenamiento a 25°C, que pudo ser probablemente una consecuencia de la reducción de la actividad respiratoria, sin embargo, en el día 6 los valores, volvieron a incrementar. Al comparar las diferentes variedades para un mismo día de almacenamiento (día 15), únicamente mostro un valor menor (0.59 %) con diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$)

la variedad Maradona-F1. Esto puede atribuirse a que las tres variedades poseen una composición de acidez de pulpa diferente en los distintos grados de maduración.

7.4.9. pH

Al comparar los niveles de pH de las tres variedades en relación a los días de almacenamiento se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en la variedad Bela Nova-F1 debido a que mantuvo una reducción gradual al día 15 con rangos de pH de 5.77 a 5.36, sin embargo, la variedad Maradona-F1 presentó el valor más alto el día 3 (5.82) esta variación en los niveles de pH concuerdan con los resultados encontrados por Miranda *et al.* (2014) debido a que encontró un incremento en pH de 5.38 a 5.38 del día 0 al 3 respectivamente, por otro lado la variedad Maradol no mostró valores estadísticamente diferentes en la mayoría de los días de almacenamiento. Hernández-Madrigal *et al.* (2020) muestran rangos de valor en pH de 4.97 y 5.36 en grado 3 y 5 de maduración respectivamente en papaya Maradol almacenada bajo las mismas condiciones de temperatura. Entre las variedades la de menor pH en la mayoría de las mediciones lo presentó la variedad Bela Nova-F1. Los valores expresados en pH (Cuadro1) de las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 son adecuados para el consumo, de acuerdo con Rodríguez *et al.* (2014) los rangos de pH de entre 4.5 a 6.0 son bajos en ácidos y por lo tanto comestibles. Casaubon-Garcín *et al.* (2018) corrobora mencionando que los frutos con menor acidez son más adecuados para el consumo humano en especial para consumidores con problemas gastrointestinales. Las variaciones en los cambios de pH en relación al tiempo de almacenamiento pueden deberse a la síntesis y acumulación de ácidos orgánicos en el fruto y su degradación debido a la respiración durante el proceso de maduración (Benito-Bautista *et al.*, 2016).

Cuadro 2. Comparación del comportamiento de las características fisicoquímicas de frutos de papaya (*Carica papaya* L.) en relación al tiempo de almacenamiento.

Variedad	Día	δ	AT	pH
Maradol	0	0.53±0.00 ^{B,a}	0.95±.09 ^{A,a}	6.02±0.15 ^{A,a}
	3	0.55±0.01 ^{AB,a}	0.98±.04 ^{A,a}	5.75±0.03 ^{B,a}
	6	0.54±0.01 ^{AB,a}	0.98±.10 ^{A,ab}	5.83±0.02 ^{B,a}
	9	0.60±0.03 ^{A,a}	0.83±.03 ^{A,a}	5.90±0.02 ^{AB,a}
	12	0.58±0.03 ^{AB,ab}	0.55±.09 ^{B,a}	5.76±0.01 ^{B,a}
	15	0.53±0.00 ^{B,a}	0.90±.09 ^{A,a}	5.86±0.05 ^{AB,a}
Maradona-F1	0	0.54±0.01 ^{A,a}	0.83±0.07 ^{B,a}	5.72±0.00 ^{B,a}
	3	0.54±0.03 ^{A,a}	0.92±0.05 ^{B,a}	5.82±0.01 ^{A,a}
	6	0.55±0.04 ^{A,a}	1.20±0.13 ^{A,a}	5.53±0.00 ^{D,b}
	9	0.58±0.02 ^{A,a}	0.80±0.06 ^{B,a}	5.47±0.05 ^{D,b}
	12	0.54±0.02 ^{A,b}	1.19±0.02 ^{A,a}	5.49±0.00 ^{D,b}
	15	0.54±0.01 ^{A,a}	0.59±0.03 ^{C,b}	5.63±0.02 ^{C,b}
Bela Nova-F1	0	0.53±0.02 ^{B,C,a}	0.60±0.05 ^{B,b}	5.77±0.21 ^{A,a}
	3	0.63±0.05 ^{A,a}	0.67±0.05 ^{B,b}	5.62±0.02 ^{AB,b}
	6	0.54±0.01 ^{ABC,a}	0.83±0.02 ^{A,b}	5.56±0.00 ^{ABC,b}
	9	0.62±0.03 ^{ABC,a}	0.57±0.10 ^{B,b}	5.46±0.02 ^{BC,b}
	12	0.62±0.03 ^{AB,a}	0.68±0.03 ^{AB,a}	5.36±0.01 ^{BC,c}
	15	0.52±0.02 ^{C,a}	0.59±0.05 ^{B,b}	5.39±0.00 ^{C,c}

Letras mayúsculas indican diferencia estadística significativa por fila. Letras minúsculas indican diferencia estadística significativa por columna para cada variable. δ = Densidad de pulpa, AT= Acidez titulable.

7.4.10. Color de cascara y de pulpa

En la tabla 2 se observan los valores de color de la cascara en la escala Cie L*a*b*, los cuales se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) con respecto a la maduración debido a que se encontraron en un rango en L* del día 0 al 15 de 64.82 a 54.74 en Maradol, 54.69 a 49.91 en Maradona-F1, en cambio en Bela Nova-F1 el valor de L* fue mayor al día 15 expresando un rango de 51.46 a 65.60 del día 0 al 15, lo cual indica que esta variedad presentó los colores más brillantes al final del almacenamiento. Este comportamiento es similar a lo encontrado por Castro *et al.* (2013) quienes presentan una tendencia en el incremento de L* (luminosidad) en *Psidium guajava* cv. Guayaba pera con respecto al tiempo de almacenamiento y a la temperatura, indicando una coloración más clara del fruto obteniendo rangos del día 1 al 9 de 39.29 a 65.74. En los valores de a* se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en las tres variedades debido a que los rangos de color del día 0 al 15 fueron evolucionando, en el caso de Maradol presentó un rango en valor a* de -22.02 a 1.36, en Maradona-F1 presentó -14.01 a 23.77 y Bela Nova-F1 expresó -13.54 a 18.45, esto puede atribuirse a que los valores de “a*” en la escala de color Cie L*a*b* indican el cambio de coloración de verde a rojo, cuanto más grande numéricamente sea el valor de este parámetro el color tiende más a tonos rojos, por lo cual conforme la papaya fue madurando fue virando de una coloración verde a tonos, por lo que el incremento del valor de este parámetro indica una adecuada maduración de los frutos, obteniendo colores visualmente atractivos para el consumidor, por lo que las variedades híbridas pueden ser competitivas en el mercado. La tendencia en el cambio de colores de a* se asemeja a lo reportado por Benito-Bautista *et al.* (2016) observando una evolución en los valores a* debido a que presentó un incremento negativo, de -14.1 a -7.0 en almacenamiento en frutos de *Physalis ixocarpa* Brot. En los valores b* de Maradona-F1 y Bela Nova-F1 no se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en la mayoría de los valores; sin embargo, hubo un incremento en el día 15 acercándose a una tonalidad amarilla con valores en b* de 46.20 (Maradona-F1) y 55.86 (Bela Nova-f1) esta última demostró una tonalidad más intensa en colores amarillos, con respecto a Maradol presentó el valor más bajo en el día 15. Los valores de L*a*b* en el día 6 en de Maradol (L*: 63.23; a*: 0.70; b*: 49.00), Maradona-F1 (L*: 64.64; a*: 10.88; b*:56.40) y Bela Nova-F1 (L*: 69.20; a*: 10.53; b*: 59.12) concuerda con lo reportado por Rodríguez *et al.* (2014) en cascara de la variedad Maradol (L*:5.8; a*:14.9; b*:47.1). El

cambio en el color de la cascara de los frutos de tonos verdes a amarillos-anaranjados se debe a la degradación de la clorofila y el incremento de carotenoides los cuales se incrementan a medida que avanza la madurez del fruto (Santamaría *et al.*, 2009).

Con respecto a los valores de color de pulpa, se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en el valor L^* en Maradol al presentar una disminución gradual en la luminosidad (L^*) con rangos del día 0 al 15 de 74.18 y 63.39, pero no así para las variedades híbridas al presentar rangos de L^* de 59.68 a 59.19 para Maradona-F1 y 61.80 a 62.61 en Bela Nova-F1 lo cual indica que estas dos últimas mantuvieron una coloración más clara y brillante lo cual resulta ser una característica atractiva para el gusto del consumidor, sin embargo, en los valores a^* y b^* no se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) para Maradol manteniendo un color anaranjado tenue en el transcurso de los días de almacenamiento, en cambio para Maradona-F1 y Bela Nova-F1 hubo diferencia estadística significativa debido a que se encontraron rangos del día 0 al 15 en el valor a^* de 35.43 a 48.45 y 35.92 a 42.90 respectivamente, en los valores de b^* Maradona-F1 presentó un rango de 41.67 a 54.57 y 37.06 a 51.36 en Bela Nova-F1, estos valores son similares a los presentados por Ovando-Martínez *et al.* (2018) quienes reportaron 57.74 en L^* , 21.94 en a^* y 41.93 en b^* en papaya Maradol. En un estudio se evaluó el color en diferentes genotipos de papaya a los 10 días después de almacenamiento de los cuales el RPG mostró un valor en a^* de 24.95 indicando un tono rojizo, por otro lado, en el genotipo YPG, se detectó 54.89 en b^* con tonalidades de color amarillos (Chan-León *et al.*, 2017), en la presente investigación los valores de a^* y b^* que tendieron más a tonalidades de color rojas y amarillas en el día 9 lo presentó la variedad Maradona-F1 (a^* : 42.38; b^* : 61.45), lo cual indica que este híbrido presentó una coloración anaranjada intensa al presentar los valores más elevados en a^* y b^* en madurez de consumo, esto sugiere que dicha variedad presentó las mejores características de color debido a que la intensidad en la coloración de la pulpa está relacionada con el contenido de carotenoides los cuales establecen la calidad nutricional (Aikpokpodion, 2011).

Cuadro 3. Comparación del comportamiento del color de la cascara de frutos de papaya (*Carica papaya* L.) en valores CIEL*a*b* en relación al tiempo de almacenamiento.

Variedades	Día	L*	a*	b*
Maradol	0	64.82±2.61 ^{A,a}	-22.02±0.87 ^{B,b}	48.36±8.84 ^{AB,a}
	3	57.23±6.11 ^{A,a}	-13.13±1.80 ^{B,b}	48.08±4.88 ^{AB,a}
	6	63.02±6.67 ^{A,a}	0.70±3.28 ^{A,a}	49.00±1.43 ^{AB,b}
	9	63.32±2.95 ^{A,a}	-1.00±4.04 ^{A,b}	55.77±5.52 ^{A,a}
	12	56.08±12.00 ^{A,a}	-2.03±3.25 ^{A,b}	41.40±3.11 ^{AB,b}
	15	54.74±2.12 ^{A,b}	1.36±7.11 ^{A,b}	37.20±6.02 ^{B,b}
Maradona-F1	0	54.69±13.5 ^{A,a}	-14.01±3.36 ^{E,a}	33.93±14.7 ^{B,a}
	3	64.30±3.45 ^{A,a}	1.15±1.43 ^{D,a}	52.38±2.56 ^{AB,a}
	6	64.64±3.15 ^{A,a}	10.88±5.51 ^{BC,a}	56.40±3.48 ^{A,ab}
	9	66.38±3.87 ^{A,a}	8.33±2.43 ^{CD,a}	53.49±4.24 ^{AB,a}
	12	64.31±1.34 ^{A,a}	17.98±3.16 ^{AB,a}	60.32±2.99 ^{A,a}
	15	49.91±2.93 ^{A,b}	23.77±2.55 ^{A,a}	46.20±7.42 ^{AB,aab}
Bela Nova-F1	0	51.46±3.36 ^{B,a}	-13.54±2.86 ^{D,a}	33.43±3.80 ^{B,a}
	3	62.04±2.16 ^{A,a}	-4.17±3.60 ^{CD,a}	35.10±4.07 ^{B,b}
	6	69.20±5.60 ^{A,a}	10.53±5.32 ^{AB,a}	59.12±3.58 ^{A,a}
	9	68.98±2.32 ^{A,a}	5.29±0.47 ^{BC,ab}	58.86±2.89 ^{A,a}
	12	61.51±4.09 ^{A,a}	13.16±4.85 ^{AB,a}	55.54±1.55 ^{A,a}
	15	65.60±2.17 ^{A,a}	18.45±1.81 ^{A,a}	55.86±3.71 ^{A,a}

Letras mayúsculas indican diferencia estadística significativa por fila. Letras minúsculas indican diferencia estadística significativa por columna para cada variable.

Cuadro 4. Comparación del comportamiento del color de la pulpa de frutos de papaya (*Carica papaya* L.) en valores CIEL*a*b* en relación al tiempo de almacenamiento.

Variedad	Día	L*	a*	b*
Maradol	0	74.18±1.67 ^{A,a}	28.23±2.83 ^{A,b}	40.43±6.71 ^{A,a}
	3	66.14±3.82 ^{AB,a}	40.62±9.07 ^{A,a}	47.76±4.22 ^{A,a}
	6	64.96±3.03 ^{AB,a}	37.78±9.57 ^{A,a}	50.78±5.23 ^{A,a}
	9	66.73±3.83 ^{AB,a}	37.22±5.72 ^{A,a}	53.65±8.77 ^{A,a}
	12	65.06±1.41 ^{AB,a}	38.95±4.70 ^{A,a}	53.93±3.56 ^{A,a}
	15	63.39±6.03 ^{B,a}	37.75±8.75 ^{A,a}	51.20±8.97 ^{A,a}
Maradona-F1	0	59.68±1.52 ^{B,b}	35.43±3.50 ^{B,a}	41.67±6.05 ^{B,a}
	3	63.35±3.89 ^{AB,a}	49.77±7.97 ^{A,a}	57.86±10.64 ^{AB,a}
	6	61.06±1.24 ^{AB,a}	51.91±2.09 ^{A,a}	59.58±6.33 ^{A,a}
	9	66.50±1.15 ^{A,a}	42.38±2.14 ^{AB,a}	61.45±4.27 ^{A,a}
	12	60.80±1.72 ^{AB,b}	44.65±1.28 ^{AB,a}	62.15±2.45 ^{A,a}
	15	59.19±2.57 ^{B,a}	48.45±3.69 ^{A,a}	54.57±2.47 ^{AB,a}
Bela Nova-F1	0	61.80±1.18 ^{AB,b}	35.92±1.70 ^{A,a}	37.06±3.27 ^{B,a}
	3	57.76±2.08 ^{B,a}	47.99±2.74 ^{A,a}	51.04±6.98 ^{AB,a}
	6	62.15±1.78 ^{AB,a}	47.64±7.64 ^{A,a}	53.67±7.73 ^{AB,a}
	9	65.88±2.27 ^{A,a}	35.70±4.07 ^{A,a}	43.55±10.06 ^{AB,a}
	12	64.36±1.08 ^{A,ab}	43.24±5.98 ^{A,a}	58.43±4.07 ^{A,a}
	15	62.61±1.93 ^{AB,a}	42.90±1.92 ^{A,a}	51.36±4.77 ^{AB,a}

Letras mayúsculas indican diferencia estadística significativa por fila. Letras minúsculas indican diferencia estadística significativa por columna para cada variable.

7.5. Conclusión

Al evaluar las dimensiones y características morfológicas en frutos de tres variedades de papaya se determinó que los frutos de la variedad híbrida Maradona-F1 presentó valores comparables con otras variedades comerciales, sin embargo, su tamaño las hace manejable al momento del empaque, por otro lado, la variedad Bela Nova-F1 presentó un menor tamaño, lo cual la hace ideal para mercados específicos para su consumo en fresco. Las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 presentaron una mejor respuesta en sus características fisicoquímicas como la firmeza, el grado de azúcares, los porcentajes de acidez, el pH y la coloración. Por lo tanto, podemos sugerir que las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 presentaron mejor calidad de fruto en comparación con variedades convencionales como la Maradol, lo cual las hace una buena opción para su introducción y producción en condiciones climáticas de trópico seco.

7.6. Referencias

- Aikpokpodion O (2011) Assessment of genetic diversity in horticultural and morphological traits among papaya (*Carica papaya*) accessions in Nigeria. *Fruits* 67: 173-187. DOI: 10.1051/fruits/2012011.
- Alarcón-Zayas A, Barreiro-Elorza P, Boicet-Fabré II T, Ramos-Escalona M, y Morales-León JA (2018) Influencia de ácidos húmicos en indicadores bioquímicos y fisicoquímicos de la calidad del tomate. *Revista Cubana de Química* 30: 243 - 255.
- Alcántara JJÁ, Aguilar CC, Leyva BS, Alcántara NÁO 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.
- Almeida CA, Reis PJR, Santos SD, Viera DT, Da Costa OM 2011. Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2 (1): 049-060.
- Alonso M, Tornet Y, Ramos R, Farrés E, Rodríguez D, 2009. Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense* 33 (2): 267-274.
- Andrade-Cuvi MJ, Moreno-Guerrero C, Bravo-Vásquez J, Guijarro-Fuertes M, Monar-Bósquez V, Cevallos-Navarrete C, *et al.* (2016). Efecto del estado de maduración sobre la calidad de tres variedades de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 17 (2): 217-230.
- Aspeitia-Echegaray V, Torres-Tapia MA, Mendoza-Rodríguez DV, Reyes-Valdés MH. Evaluación de marcadores genéticos para discriminación entre hembras y hermafroditas de papaya (*Carica papaya* L.) variedad 'Maradol'. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37 (3): 193-197.
- Barrantes-Santamaría W, Loría-Quirós C, Gómez-Alpíza L 2019. Evaluación de dos sistemas de sexado en plantas de papaya (*Carica papaya*) híbrido Pococí. *Agronomía Mesoamericana* 30 (2): 437-446.

- Barrera BA, Gil LM, García PC, Durango RDL, Gil GJH 2012. Empleo de un recubrimiento formulado con propóleos para el manejo poscosecha de frutos de papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiana). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 65 (1): 6497-6506.
- Belandria D, Velandria V, Navarro C (2010) Caracterización física, química y organoléptica de los frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) en variedades Tailandia y Maradol. *Producción Agropecuaria* 3: 45-49.
- Benito-Bautista P, Arellanes-Juárez N, Pérez-Flores ME 2016. Color y estado de madurez del fruto de tomate de cáscara. *Agronomía Mesoamericana* 27 (1): 115-130.
- Cárdenas-Coronel WG, Velez-de la Rocha R, Siller-Cepeda JH, Osuna-Enciso T, Muyor-Rangel MD, Sañudo-Barajas A, 2012. Cambios en la composición de almidón, pectinas y hemicelulosas durante la maduración de mango (*Mangifera indica* cv. KENT). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18 (1): 5-19.
- Casaubon GP, Lamshing SP, Isoard AF, Lemen MSC, Delgado FD, Pérez LAB (2018) pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con reflujo gastroesofágico? *Revista Mexicana de Pediatría* 85: 89-94.
- Castro CJK, Cerquera PNE, Gutiérrez GN 2013. Determinación del color del exocarpio como indicador de desarrollo fisiológico y madurez en la guayaba pera (*Psidium guajava* cv. Guayaba pera), utilizando técnicas de procesamiento digital de imágenes. 10 (19): 79-89.
- Chan-León AC, Estrella-Maldonado H, Dubé P, Fuentes OG, Espadas-Gil F, Talavera MC *et al.* (2017) The high content of β -carotene present in orange-pulp fruits of *Carica papaya* L. is not correlated with a high expression of the CpLCY- β 2 gene. *Food Research International* 100: 45–56. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.08.017
- Chavarro-Castrillón LM, Ochoa-Martínez CE, Ayala-Aponte A, 2006. Efecto de la madurez, geometría y presión sobre la cinética de transferencia de masa en la deshidratación osmótica de papaya (*Carica papaya* L., var. Maradol). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 26 (3): 596-603.

- Corrales VG, Umaña G, 2015. Efecto de ceras como complemento a la inmersión hidrotérmica sobre la calidad en la fruta de papaya (*Carica papaya* L. híbrido Pococí). *Agronomía Costarricense* 39 (1): 91-105.
- Del Pilar IM, Fischer G, Corredor G, 2007. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims.). *Agronomía Colombiana* 25 (1): 83-95.
- East West Seed, 2021. Características de variedades de papayas. Recuperado de <https://lat.eastwestseed.com/crops/papaya> [28 de marzo de 2021].
- FAO 2020. Análisis del mercado de las principales frutas tropicales de 2019. Rome. Consultado el 03 de abril de 2021 en: <http://www.fao.org/3/cb0834es/CB0834ES.pdf>
- Flores-Bautista, R; Ávila-Reséndiz, C; Villanueva-Jimenez J. A. 2018. Comportamiento de accesiones nativas de *Carica papaya* inoculadas con PRSV-p mediante *Aphis nerii*. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 37(1): 147-158.
- Hernández J, Fernández V y Sulbarán B (2014) Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (*Carica papaya*). *Observador del Conocimiento* 2: 195- 201.
- Hernández-Madrigal JV, Barragán-Vázquez FJ, Calvo-Carrillo MC, Aguilar-Medina ED 2020. Determinación de compuestos bioactivos en papaya (*Carica papaya* L., CV. Maradol) en el estado de Colima en dos estados de madurez. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 5: 239-243.
- Hernández-Salinas G, Soto-Estrada A, García-Pérez E, Pérez-Vázquez A, Rocandio-Rodríguez M y Córdova-Téllez L (2019) Variación morfológica *in situ* de *Carica papaya* L. nativa de México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 42: 47 - 55.
- Hor S, Léchaudel M, Mith H, Bugaud C 2020. Fruit density: A reliable indicator of sensory quality for mango. *Scientia Horticulturae* 272: pp. 9.
- Jiménez VM, Mora-Newcomer E y Gutierrez-Soto V (2014) *Biology of the Papaya Plant. Genetics and genomics of papaya*. 1ª edición. Pringer. Manhattan. Estados Unidos de Norte América. 438p.

- Magaña BW, Sauri DE, Corrales GJ, Saucedo VC. 2013. variaciones bioquímicas-fisiológicas y físicas de las frutas de pitahaya (*Hylocereus undatus*) almacenadas en ambiente natural. *Temas Agrarios* 19 (1): 7-18.
- Marin DD, Grau BY, Chacón IA, 2014. Propiedades y susceptibilidad de la fruta bomba (*Carica papaya* L.) en la poscosecha. *Centro Agrícola* 42 (1): 23-29.
- Martínez-González ME, Balois-Morale R, Alia-Tejacal I, Cortes-Cruz MA, Palomino-Hermosillo YA, López-Gúzman GG. 2017. Poscosecha de frutos: maduración, ablandamiento y control transcripcional. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (12): 4089-4101.
- Mirafuentes HF, Santamaría BF 2014. MSXJ, híbrido de papaya sin carpeloidía para el sureste de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7: 1297-1301.
- Miranda DA, Alvis A, Arrazola G. 2014. Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (*Carica papaya*) variedad Tainung. *Temas Agrarios* 19 (1): 7-18.
- Miranda-Ramírez JM, Aguilar-García O, Miranda-Medina D, 2020. Comparación de la productividad agrícola-económica sustentable y convencional de papaya, en Michoacán, México. *Agronomía Mesoamericana* 31 (2): 385-403. doi:10.15517/am.v31i2.38615
- Montgomery DC (2017). *Design and analysis of experiments*. 8th Edition. John Wiley & Sons New York, USA. 724p.
- Nishimwe G, Kosgei JC, Okoth EM, Asudi OG, Rimberia FK (2019) Evaluation of the morphological and quality characteristics of new papaya hybrid lines in Kenya. *African Journal of Biotechnology* 18: 58-67. DOI: 10.5897/AJB2018.16697
- NMX-FF-041-SCFI-2007. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - Fruta fresca - PAPAYA (*Carica papaya* L.). México.
- Nwofia GE, Ojmelukwe P, Eji C, 2012. Chemical composition of leaves, fruit pulp and seeds in some *Carica papaya* (L) morphotypes. *International Journal of Medicinal and Aromatic Plants* 2 (1): 200-206.

- Ostos, S. L., Díaz, M. A. C. y Suarez, M. H. 2012. Evaluación de diferentes condiciones de proceso en la fortificación de mango (Tommy Atkins) con calcio mediante impregnación a vacío. *Revista Chilena de Nutrición*. 39(2): 181-190.
- Osuna-García JA, Pérez-Barraza MH, Vázquez-Valdivia V, Urías-López. 2009. Alternativa comercial para extender vida de anaquel de papaya 'Maradol'. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15 (2): 199-204.
- Ovando-Martinez M, López-Teros VM, Tortoledo-Ortiz O, Astiazarán-García H, Ayala-Zavala JF, Villegas-Ochoa MA, González-Aguilar GA 2018. Effect of ripening on physico-chemical properties and bioactive compounds in papaya pulp, skin and seeds. *Indian Journal of Natural Products and Resources* 9 (1):47-59.
- Petit-Jiménez, D Terán Y, Rojas B, Salinas-Hernández R, García-Robles J, Báez-Sañudo R. Efecto de las ceras comestibles sobre la calidad en frutos de papaya. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 11 (1): 37-42.
- Reyes GG, Palemón AF, Cruz LB, Damián NA, Hernández CE, Vargas AD, Díaz, VG, *et al.* (2017) Diversidad genética de poblaciones nativas de papaya (*Carica papaya* L.) del estado de Guerrero, México. *Revista Tlamati Sabiduría* 8: 47-52.
- Rodríguez CJ, Díaz HY, Pérez GA, Natali CZ, Rodríguez HP, (2014) Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (*Carica papaya* L.) de cuba. *Cultivos Tropicales* 35: 36-44.
- Rodríguez L, Lopez L, García M, 2010. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual en Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracuyá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.). *Facultad de Ciencias Naturales, Ingeniería de Alimentos, Universidad Jorge Tadeo Lozano* 4: 22-61.
- Rodríguez-Cabello J, 'Nativo' cubano papaya hybrid (*Carica papaya* L.). *Cultivos Tropicales* 40 (3): pp. 9.

- Ruiz DE, Caballero ÁMW, Rodríguez MSJ, Rodríguez GY 2018. INIVIT fb-4”, new papaya (*Carica papaya* L.) cultivar for cuban agricultura. Cultivos Tropicales 39 (4) pp. 91.
- Rules, G. F. M. 2016. 1-Metilciclopropeno para retrasar la maduración de papaya ‘Maradol’ con destino a exportación. 1-116.
- Santamaría BF, Díaz PR, Sauri DE, Espadas YF, Santamaría FJM y Larque SA, (2009). Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. Agricultura Técnica en México. 35: 347 - 353.
- Santamaría F, Mirafuentes F, Zavala MJ, Vázquez E, 2015. Calidad de frutos de materiales comerciales de papaya roja producidos en Yucatán, México. Agronomía Costarricense 39 (1): 161-167.
- Sañudo BJÁ, Siller CJ, Osuna ET, Muy RD, López ÁG, Labavitch J, 2008. Control de la maduración en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) con 1-metilciclopropeno y ácido 2-cloroetil fosfónico. Revista Fitotecnia Mexicana 31 (2): 141 – 147.
- Schweiggert RM, Steingass CB, Esquivel P, Carle R (2012) Chemical and morphological characterization of Costa Rican Papaya (*Carica papaya* L.) hybrids and lines with particular focus on their genuine carotenoid profiles. Journal of Agricultural and Food Chemistry 60: 2577-2585. DOI: dx.doi.org/10.1021/jf2045069
- Schweiggert RM, Steingass CB, Mora Esquivel P y Carle R (2011) Carotenogenesis and physico-chemical characteristics during maturation of red fleshed papaya fruit (*Carica papaya* L.). Food Research International 44: 1373 - 1380.
- Schweiggert RM, Steingass CB, Mora Esquivel P, Carle R (2011) Carotenogenesis and physico-chemical characteristics during maturation of red fleshed papaya fruit (*Carica papaya* L.). Food Research International 44: 1373-1380. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.01.029
- SIAP (2019) Estadísticas de producción agrícola nacional. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 11 de julio de 2020.

- Suárez MJ, Pérez DM, Giménez A. 2009. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la calidad poscosecha de la fruta de guayaba (*Psidium guajava* L.) procedente de MERCABAR, estado Lara, Venezuela. *Revista UDO Agrícola* 9 (1): 60-69.
- Suárez-Quiroz M, Mendoza-Bautista I, Monroy-Rivera JÁ, De la Cruz-Medina J, Ângulo-Guerrero O, González-Ríos o, 2013. Aislamiento, identificación y sensibilidad a antifúngicos de hongos fitopatógenos de papaya cv. Maradol (*Carica papaya* L.). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 14 (2): 115-124.
- Thinh D, Uthaibutra J, Joomwong A 2013. effect of storage temperatures on ripening behavior and quality change of vietnamese mango cv. Cat Hoa Loc. *International Journal of Bio-Technology and Research* 3 (3): 19-30.
- Umaña G, Loría CL, Gómez JC. 2011. Efecto del grado de madurez y las condiciones de almacenamiento sobre las características fisicoquímicas de la papaya híbrido Pococí. *Agronomía Costarricense* 35 (2): 61-73.
- Vázquez GE (2010) Producción y manejo poscosecha de papaya Maradol en la planicie huasteca. 1ª edición. INIFAP. Tamaulipas. México. 155 p.
- Yao BN, Tano K, Konan HK, Bédié GK, Oulé MK, Koffi-Nevry R, Arul J, 2012. The role of hydrolases in the loss of firmness and of the changes in sugar content during the post-harvest maturation of *Carica papaya* L. var solo 8. *Journal of Food Science and Technology* 51 (11): 3309-3316. DOI 10.1007/s13197-012-0858-x.

VIII. CALIDAD EN FRUTOS DE VARIEDADES DE *Carica papaya* L. BAJO MANEJO ORGÁNICO

QUALITY IN FRUITS OF VARIETIES OF *Carica papaya* L. UNDER ORGANIC HANDLING

RESUMEN. La papaya (*Carica papaya* L.), es uno de los cultivos de mayor importancia en México, por eso es indispensable evaluar variedades que tengan mejores características morfoagronómicas y de calidad. La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad morfológica, productiva y fisicoquímica de los frutos de los cultivares de papaya Maradona-F1, Bela Nova-F1 y Maradol bajo manejo orgánico en el trópico seco. La investigación se realizó en la Universidad Autónoma de Guerrero, Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica, Florencio Villareal, Guerrero, México El cultivar Maradona-F1 presentó valores en diámetro máximo (11.8 cm); sin embargo, Maradol tuvo menor diámetro (9.0 cm). En largo máximo, Maradona-F1 y Bela Nova-F1 expresaron valores iguales (21.9 cm; 21.9 cm) y coincidieron en el largo al diámetro máximo (14.7; 14.3 cm). En peso de fruto se observó que Maradona-F1 presentó 1447 g. En grosor de pulpa Maradona-F1 fue mayor (27.94 mm). El valor más intenso en L* lo presentó Maradol, sin embargo, Bela Nova-F1 tuvo los valores más altos en a* (39.82) y b* (54.17). La en acidez titulable fue mayor en Bela Nova-F1 (0.14 %). El pH más elevado lo obtuvo la variedad Maradol con un valor de 5.89. En sólidos solubles totales (°Brix) el híbrido Bela Nova-F1 presentó 13.0 °Brix. De acuerdo a los resultados obtenidos se encontró que las variedades Maradona F-1 y Bela Nova-F1 poseen las mejores características morfoagronómicas y fisicoquímicas, lo cual las hace las variedades más aceptables para su producción en el trópico seco.

Palabras clave: Dulzor de fruto, dimensiones, fisicoquímica, morfología, papaya híbrida.

ABSTRACT. Papaya (*Carica papaya* L.) is one of the most important crops in Mexico, so it is essential to evaluate varieties that have better morphoagronomic and quality characteristics. The present research aims to evaluate the morphological, productive and physicochemical quality of the fruits of the papaya cultivars Maradona-F1, Bela Nova-F1 and Maradol under organic management in the dry tropics. The research was carried out at

the Autonomous University of Guerrero, Costa Chica Regional Higher Education Center, Florencio Villareal, Guerrero, Mexico The Maradona-F1 cultivar presented values in maximum diameter (11.8 cm); however, Maradol had a smaller diameter (9.0 cm). In maximum length, Maradona-F1 and Bela Nova-F1 expressed equal values (21.9 cm; 21.9 cm) and coincided in length at maximum diameter (14.7; 14.3 cm). In fruit weight, it was observed that Maradona-F1 presented 1447 g. Maradona-F1 pulp thickness was greater (27.94 mm). The most intense value in L* was presented by Maradol, however, Bela Nova-F1 had the highest values in a* (39.82) and b* (54.17). Titratable acidity was higher in Bela Nova-F1 (0.14%). The highest pH was obtained by the Maradol variety with a value of 5.89. In total soluble solids (° Brix) the Bela Nova-F1 hybrid presented 13.0 ° Brix. According to the results obtained, it was found that the Maradona F-1 and Bela Nova-F1 varieties have the best morphoagronomic and physicochemical characteristics, which makes them the most acceptable varieties for their production in the dry tropics.

Keywords: Fruit sweetness, dimensions, physicochemical, morphology, hybrid papaya.

8.2. INTRODUCCIÓN

Durante el año 2019 México tuvo una producción de 1,082,796.18 t de papaya (*Carica papaya* L.) y una superficie cultivada de 19, 858.39 ha (SIAP, 2019). Toda esta producción convencional tiene severas repercusiones en el ambiente e incluso en los sistemas productivos particulares ya que parte de los fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas, que contaminan cuerpos de aguas superficiales y subterráneos, así como también afectan a los suelos, haciéndolos estériles e improductivos, de igual manera puede alcanzar a la flora y fauna local e incluso dañar la salud de los productores y consumidores, como alternativa para reducir estos impactos ambientales, se encuentra la producción orgánica, que proporciona beneficios, la reducción de la erosión, el incremento de la biodiversidad y fertilidad del suelo (Zamilpa *et al.* 2016). Lamentablemente en la actualidad la producción orgánica de papaya es muy baja, tan solo durante ese año se produjeron 336 t y esto solamente correspondió al 0.03 % de la producción convencional nacional. De las variedades de papaya cultivadas en México, la Maradol ocupó una superficie de 19, 502.59 ha, siendo esta la de mayor producción en el país (SIAP 2019, García-Gutiérrez y Rodríguez-Meza, 2012), también tiene una gran susceptibilidad a las enfermedades y al manejo postcosecha (Flores-

Bautista *et al.* 2018). Es por eso la importancia de evaluar sistemas productivos sustentable para generar alternativas a la producción convencional a la vez que se introducen variedades con antecedentes de tolerancia a enfermedades, patógenos, una larga vida de anaquel y una buena productividad, así como también mantener una buena calidad en frutos evaluando aspectos como la morfología, el peso, su coloración interna, los azúcares, el pH y la acidez titulable (Santamaría *et al.* 2015). La presente investigación tiene como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y productiva de los frutos de los cultivares de papaya Maradona-F1, Bela Nova-F1 y Maradol bajo manejo orgánico en el trópico seco.

8.3. MATERIALES Y MÉTODOS

8.3.1. Materiales genéticos. Para el presente estudio se utilizaron papaya Maradol y los híbridos Maradona-F1 y Bela Nova-F1 (East West Seed, 2019). Los frutos se colectaron el día 25 de julio de 2020 en grado dos de maduración de acuerdo a la NMX-FF-041-SCFI-2007, del campo experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campus Iguala, ubicado en el km 2.5 de la carretera Iguala-Tuxpan, municipio de Iguala Guerrero, las coordenadas geográficas son 18°20'34.1" Latitud Norte y 99°30'50" Longitud Oeste, con una altura de 766 m. En todo el territorio municipal predomina el clima cálido-subhúmedo con temperaturas medias anuales de 25.7°C (García, 1983), la precipitación pluvial promedio anual es de 1006.5 mm (CONAGUA, 2015).

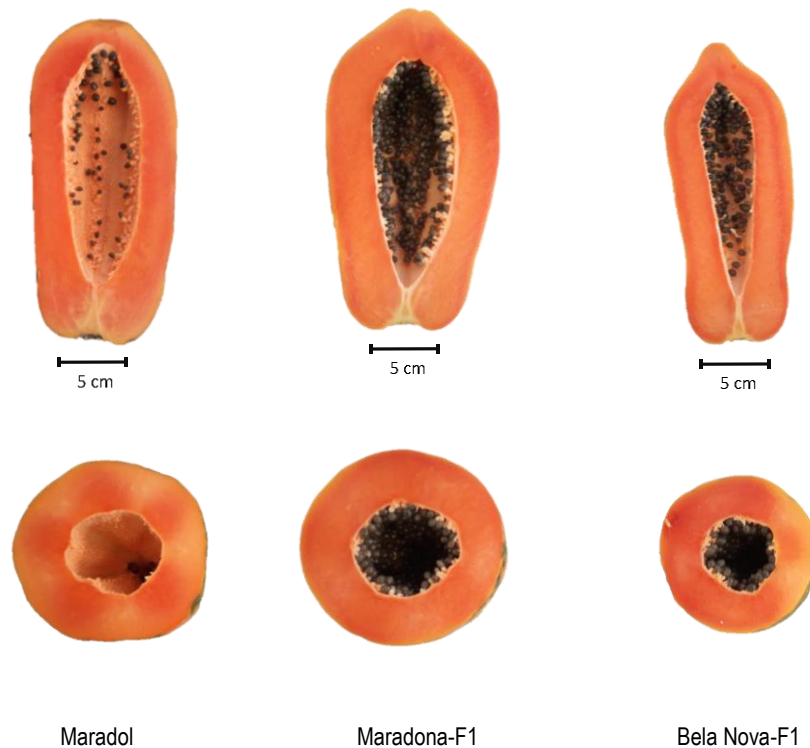


Figura 1. Parte interna de frutos de híbridos de papaya (*Carica papaya* L.) utilizados en el estudio.

8.3.2. Manejo orgánico. La parcela se estableció en campo abierto y el manejo se siguió de acuerdo a la metodología del Libro Técnico de producción y Manejo Postcosecha de Papaya Maradol en la Planicie Huasteca (Vázquez *et al.* 2010), con la modificación de sustitución de los productos químicos por orgánicos. Para la producción de plántula se realizó un preacondicionamiento hídrico a la semilla, el cual consistió en remojar la semilla durante 72 h, cambiando el agua cada 8 h, en las últimas 8 horas se aplicó *Trichoderma harzianum* Rifai (CIDEA®) a razón de 7.5 g L⁻¹ de agua, se cubrieron con una toalla, se dejaron reposar por cuatro días hasta que el endocarpio comenzó a abrir. La siembra se realizó el 02 de julio de 2019 y el trasplante en campo el día 11 de agosto de 2019. La fertilización consistió en tres dosificaciones de humus de lombriz y se aplicó a pie de planta en la etapa de floración (500 g), amarre de fruto (1000 g) y producción de fruto (2000 g). Para el control de plagas se

realizaron aplicaciones foliares de guano de murciélago (ULTRA WANO®) y repelente a base de ajo (Garlic barrier®) en dosificación de 3 ml y 1 ml L⁻¹ de agua, respectivamente.

8.3.3. Análisis postcosecha. Se realizaron en el laboratorio de análisis y calidad de los alimentos del Centro Regional de Educación Superior Campus Cruz Grande de la Costa Chica, de la Universidad Autónoma de Guerrero, en la comunidad de Cruz Grande, Florencio Villareal, Guerrero, en las coordenadas 16°44'02.7'' N y 99°07'48.1'' O.

8.3.4. Variables de estudio. Las dimensiones del fruto se midieron acorde a la metodología de Schweiggert *et al.* (2011) empleando un vernier digital y una regla graduada de 30 cm; El diámetro máximo (cm) que corresponde a la parte más prominente del fruto, el diámetro mínimo (cm) que corresponde a la parte inferior del fruto cercana a la inserción del pedúnculo, el largo máximo (cm) que se mide desde la inserción del pedúnculo hasta el ápice del fruto y el largo al diámetro máximo (cm) que se toma desde la parte basal del fruto y hasta el diámetro máximo. El peso del fruto (g) se realizó de acuerdo con lo reportado por Jiménez *et al.* (2014), utilizando una balanza digital con capacidad de 5000 g (Sortorius, Secura 6100, Goettingen, Alemania). Al igual que Hernández *et al.* (2019), en la presente investigación se midió el grosor de la pulpa (mm) con un vernier digital, el cual se posicionó en el costado laterales de un fruto cortado a lo largo por la mitad. Se midió el color de la pulpa en valores L*, a*, b* como lo hizo Santamaría *et al.* (2009), a diferencia de dicho autor en la presente investigación se utilizó la ayuda de la app Color Grab. Se midió el porcentaje de acidez titulable utilizando la metodología de Alarcón-Zayas *et al.* (2018), misma que consistió en la relación de un ácido (pulpa de papaya) y una base (NaOH), utilizando fenolftaleína como indicador para la cual se utilizaron 150 ml de muestra diluida en una relación de 1 parte de pulpa de papaya y 2 partes de agua destilada. Para determinar el pH de las tres variedades se utilizó un potenciómetro (marca) (Hernández *et al.* 2014). Al igual que Santamaría *et al.* (2009) la determinación de los sólidos solubles totales (°Brix) se realizó aplicando tres gotas de jugo de papaya sobre un refractómetro marca Sper Scientific modelo 300001.

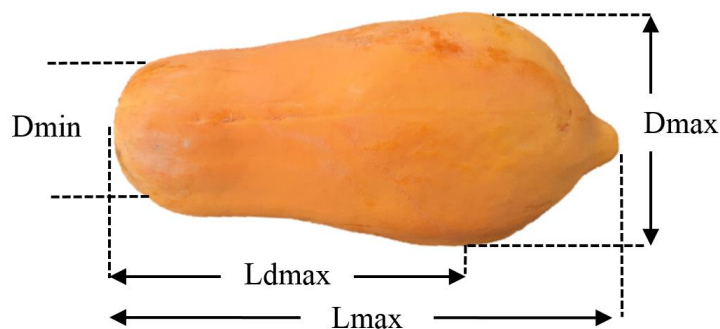


Figura 2. Guía de caracterización morfológicas de las dimensiones del fruto de la papaya (Adaptado de Schweiggert *et al.* 2011). Dmax: diámetro máximo; Dmin: diámetro mínimo; Lmax; largo máximo; Ldmax; largo al diámetro máximo.

8.3.5. Diseño experimental. Se llevó a cabo un diseño experimental unifactorial, teniendo como factor la variedad de papaya con tres niveles (N1= Maradol, N2= Maradona y N3= Bela nova). Para cada una de las variables de estudio se utilizó como unidad experimental un fruto, con 6 repeticiones. De igual manera, se realizó una comparación de medias aplicando la prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$), mediante el empleo del paquete estadístico SAS 9.1 (Montgomery, 2017).

8.4. RESULTADOS

8.4.1. Diámetro máximo. Se observó diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en diámetro máximo, siendo Maradona-F1 la de mayor valor (11.8 cm), seguida por Maradol (10.4 cm) y Bela Nova-F1 (9.3 cm), esta variación en tamaño puede atribuirse a que son variedades con características diferentes.

8.4.2. Diámetro mínimo. En diámetro mínimo se pudo observar que entre Maradol (9.0 cm) y Maradona-F1 (8.9 cm) no hay diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), sin embargo, Bela Nova-F1 difiere en diámetro mínimo al ser menor (6.6 cm).

8.4.3. Largo máximo. En largo máximo no se pudo apreciar diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), entre las dos variedades híbridas (Maradona-F1: 21.9 cm; Bela Nova-F1: 21.9 cm), sin embargo, fueron mayores que Maradol (16.0 cm).

8.4.4. Largo al diámetro máximo. El análisis estadístico realizado muestra que no se encontró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en el largo al diámetro máximo en Maradona-F1 (14.7 cm) y Bela Nova-F1 (14.3 cm), sin embargo, Maradol expresó el valor más bajo (10.1 cm).

8.4.5. Peso de fruto. Los valores para peso de fruto no presentaron variación numérica muy notable, pero si mostraron diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), observando que el valor más alto lo obtuvo la variedad Maradona-F1 (1447.0 g), mientras que Bela Nova-F1 presentó 850 g, siendo Maradol (748.5g) la del peso más bajo.

8.4.6. Grosor de pulpa. Los análisis estadísticos realizados para grosor de pulpa indican que hubo diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), en la cual se observó que el valor más alto lo presentó Maradona-F1 (27.94 mm), sin embargo, no se encontró diferencia entre Maradol (22.26 mm) y Bela Nova-F1 (22.60 mm).

Cuadro 1. Dimensiones y morfología de frutos de papaya (*Carica papaya* L.) híbrida.

VARIABLES	Maradol	Maradona-F1	Bela Nova-F1
Diámetro máximo (cm)	10.4 ± 0.2 ^b	11.8 ± 0.7 ^a	9.3 ± 0.2 ^c
Diámetro mínimo (cm)	9.0 ± 0.6 ^a	8.9 ± 0.4 ^a	6.6 ± 0.6 ^b
Largo máximo (cm)	16.0 ± 0.4 ^b	21.9 ± 0.9 ^a	21.9 ± 0.9 ^a
Largo al diámetro máximo (cm)	10.1 ± 0.6 ^b	14.7 ± 0.8 ^a	14.3 ± 1.1 ^a
Peso de fruto (g)	748.5 ± 44.5 ^{ba}	1447.0 ± 153.0 ^a	850.0 ± 59.0 ^b
Grosor de pulpa (mm)	22.26 ± 0.65	27.94 ± 2.91	22.602 ± 1.037

Medias ± desviación estándar, n=6

8.4.7. Color de pulpa. Al analizar el color interno de los frutos se observó que no hay diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en luminosidad (L^*) entre Maradona-F1 (64.47) y Bela Nova-F1 (59.15), sin embargo, Maradol presentó los valores más altos en L^* (71.25), de igual manera se pudo apreciar que en los valores de a^* las variedades Maradona-F1 (38.28) y Bela nova-F1 (38.82) presentaron valores significativamente más altos en comparación con Maradol (19.42), esta misma tendencia se mantuvo en los valores b^* debido

a que las variedades Maradona-F1 y Bela Nova-F1 mostraron valores de 55.78 y 54.17 respectivamente, mientras que Maradol solo expresó 42.1 en b*.

Cuadro 2. Características de color de la pulpa de fruto de papaya (*Carica papaya* L.) híbrida.

Variabes	Maradol	Maradona-F1	Bela Nova-F1
L*	71.25 ± 0.32 ^a	64.47 ± 3.13 ^b	59.15 ± 4.64 ^b
a*	19.42 ± 1.14 ^b	38.28 ± 6.43 ^a	39.82 ± 1.31 ^a
b*	42.1 ± 4.02 ^b	55.78 ± 4.79 ^a	54.17 ± 0.64 ^a

Medias ± desviación estándar, n=6

8.4.8. Acidez titulable. En acidez titulable se pudo observar que los valores entre Maradol (0.09 %) y Maradona-F1 (0.10 %) no presentaron diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$), sin embargo, en esta última se observó un mayor valor, en contraste a esto se observó que Bela Nova-F1 expresó el valor más alto (0.14 %).

8.4.9. Cuantificación del pH. El análisis estadístico realizado, muestra que se encontró diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) en el pH de las variedades, siendo Maradol la del pH más elevado (5.89) seguida de Maradona-F1 (5.64) y Bela Nova-F1 (5.47).

8.4.10. Sólidos solubles totales (°Brix). Los valores para sólidos solubles totales presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$), observando que el valor más alto lo obtuvo la variedad Bela Nova-F1 (13.0 °Brix), seguido de Maradona-F1 (12.42 °Brix) y Maradol (10.07 °Brix).

Cuadro 3. Características fisicoquímicas de frutos de papaya (*Carica papaya* L.) híbrida.

Variabes	Maradol	Maradona-F1	Bela Nova-F1
Acidez Titulable (%)	0.09 ± 0.1 ^b	0.10 ± 0.02 ^b	0.14 ± 0.03 ^a
pH	5.89 ± 0.05 ^a	5.64 ± 0.02 ^b	5.47 ± 0.02 ^c
Sólidos solubles totales (°Brix)	10.07 ± 0.57 ^c	12.42 ± 0.02 ^a	13.00 ± 0.20 ^a

Medias ± desviación estándar, n=6

8.5. DISCUSIÓN

8.5.1. Diámetro máximo. En el presente estudio se pudo observar que el valor obtenido por Maradona-F1 (11.8 cm) es similar a lo reportado por Schweiggert *et al.* (2011) en variedad comercial Pococí (11.8 cm), esto sugiere que el diámetro máximo de Maradona-F1 (11.8 cm) es similar a una variedad de manejo convencional. En cambio, Schmildt *et al.* (2019) encontraron valores parecidos en el diámetro máximo a los de Maradol (10.4 cm), en la variedad BH-65 (10.4 cm), lo anterior puede ser atribuido a que ambas variedades presentaron características físicas similares. Dentro de las ocho líneas de papaya Kenyanas que evaluó Nishimwe *et al.* (2019), las líneas 03 y 04 presentaron un diámetro máximo de 11.4 cm y 11.9 cm, valores muy semejantes a los que expresó Maradona-F1 (11.8 cm), mientras que la variedad Sunrise que también presentan dichos autores mostró 9.4 cm, valor que coincide con los de Bela Nova-F1 (9.3 cm). Asudi *et al.* (2010) reportaron un diámetro máximo de 28 cm en variedades autóctonas colectadas en las principales provincias de Kenya, estos valores son superiores a los de este estudio, lo cual se atribuye a la diferencia genérica de los cultivares, sin embargo, a nivel comercial se busca homogeneidad y tamaños medianos más manejables, como los reportados en nuestras variedades de estudio. Schweiggert *et al.* (2012) detectaron 12.4 cm de diámetro máximo en el híbrido Pococí, valores que coinciden con los valores de Maradona-F1 (11.8 cm) observados en el presente trabajo, por lo cual, se puede decir que el híbrido del presente estudio presenta tamaños competitivos con otras variedades, aun cuando, se han producido mediante manejo orgánico.

8.5.2. Diámetro mínimo. En la variedad comercial BH-65 descrita por Schmildt *et al.* (2019) se expresa un valor de 8.19 cm, resultado que tiene similitud a los resultados presentados por Maradona-F1 (8.9 cm). En cambio, Hernández-Salinas (2019), encontraron un promedio de diámetro mínimo de 8.0 cm en diferentes genotipos, en la presente investigación se pudo observar que Maradon-F1 (8.9 cm) presentó similitud al valor reportado por dicho autor. En el presente estudio se observaron valores de diámetro mínimo (Maradol: 9.0 cm; Maradona-F1: 8.9 cm; Bela Nova-F1: 6.6 cm) superiores a los reportados por Schweiggert *et al.* (2012), quienes en papaya Sunset reportan 3.4 cm para esta variable, lo cual puede ser atribuido a las características propias de cada variedad. En el estudio de Schweiggert *et al.* (2011), mostró un diámetro mínimo de 3.2 cm, resultado que no alcanzó a los obtenidos en la presente

investigación, esto puede deberse a que las características genéticas propias de la variedad Pococí puede influir en la talla del diámetro mínimo.

8.5.3. Largo máximo. Los resultados de largo máximo en Maradona-F1 (21.9 cm) y Bela Nova-F1 (21.9 cm) se acercan a los que reporta Rodríguez *et al.* (2014), en la cual mencionan que la variedad comercial Maradol bajo manejo convencional expresó un promedio de 25 cm. La variedad Maradol tuvo el promedio más bajo (16 cm), lo cual sugiere que dicha variedad no presenta un comportamiento favorable bajo manejo orgánico. En cambio, Asudi *et al.* (2010), presentaron valores inferiores (17 cm) a los del presente experimento (Maradol: 16.0 cm; Maradona-F1: 21.9 cm; Bela Nova-F1: 21.9 cm). Schmildt *et al.* (2019) encontraron un largo máximo de 15.5 cm en la variedad BH-65, la cual es utilizada mayormente bajo condiciones de invernadero. Por lo contrario, Nishimwe *et al.* (2019), reportaron un largo máximo en una línea híbrida derivada del cruce de VOI5 y Sunrise solo de 21.2 cm, resultados que concuerdan con los valores de los híbridos evaluados en el presente experimento (Maradona-F1: 21.9 cm; Bela Nova-F1: 21.9 cm). Mirafuentes y Santamaría (2014) describen que el largo promedio de su híbrido MSXJ expresó 25 cm, mayor a lo que promedió Maradona-F1 (21.9 cm) y Bela Nova-F1 (21.9 cm), es probable que esto se deba a factores como la fertilización orgánica que se le aplicó (Alcántara *et al.* 2019).

8.5.4. Largo al diámetro máximo. La similitud del largo del diámetro máximo de las variedades híbridas estudiadas en la presente investigación (Maradona-F1: 14.7 cm; Bela Nova-F1: 14.3 cm) puede deberse a que ambas provienen de la misma casa comercial (East West Seed, 2019). Asudi *et al.* (2010) estudiaron variedades colectadas en el oeste de Nyanza, Kenya, observando valores de 7 cm en largo al diámetro máximo, esto coincide con lo observado en el presente estudio para la variedad Maradol (10.1 cm). En un estudio realizado por Schweiggert *et al.* (2011) se pudo observar en variedad Pococí un largo al diámetro máximo de 13.8 cm, resultados que se acercan a los que presentan Maradona-F1 (14.7 cm) y Bela Nova-F1 (14.3 cm), lo cual puede indicar que en manejo orgánico las variedades híbridas evaluadas en el presente experimento son comparables en las dimensiones de los frutos de las variedades híbridas cultivadas bajo manejo convencional.

8.5.5. Peso de fruto. En esta variable se pudo observar que Bela Nova-F1 (850 g) y Maradol (748.5 g), mostró un promedio bajo, en peso de del fruto, sin embargo, su valor fue similar

al promedio de la variedad comercial Siluet 1263 g (Santamaría *et al.* 2015). Miranda-Ramírez *et al.* (2018) presentaron un promedio de 2200 g en variedad Maradol roja bajo manejo convencional. El peso promedio de Maradona-F1 (1447 g) es inferior a lo reportado por Alcántara *et al.* (2019), donde observaron pesos de 1683 g, si bien ambos estudios emplearon tratamiento con fertilización orgánica, estos autores, emplearon fertilizante orgánico industrial (Natur-abono®) y complementó con bayfolan®, mientras que en el presente estudio se empleó solo composta extraída de manera artesanal. En el estudio de Miranda-Ramírez *et al.* (2020), evaluaron la producción de papaya Maradol bajo manejo sustentable, observando pesos promedio de frutos de 1710 g, estos resultados son superiores a los presentados por Maradona-F1 (1447 g), lo cual puede atribuirse a que los autores aplicaron 70 % de biofertilizantes y 30 % de fertilizantes químicos. El valor expresado en peso de fruto por la variedad híbrida Maradona-F1 concuerda con lo obtenido por Alonso *et al.* (2009), en su híbrido comercial Tainung (1456.7 g). Los valores reportados en peso de frutos de Maradona-F1 (1447 g) y Bela Nova-F1 (850 g) en el presente estudio se acercan con lo establecido por la casa comercial de estos cultivares. La ficha técnica nos indica que para un manejo convencional debemos tener frutos en rangos de peso de 1500 a 2500 g en Maradona-F1 y 1000 a 1500 g en Bela Nova, por lo cual podemos sugerir que el manejo orgánico reportado en el presente estudio genera frutos de calidad comparable con un manejo convencional (East West Seed, 2019).

8.5.6. Grosor de pulpa. En papaya nativa, Hernández *et al.* (2019) reportaron un valor de 21 mm de grosor en la pulpa, de igual manera Reyes *et al.* (2017) reportaron en 22 genotipos nativos del estado de Guerrero un valor promedio de 24.1 mm, sin embargo, el valor reportado por Maradona-F1 (27.94 mm) en la presente investigación fue mayor, estos resultados indican que el manejo orgánico permite obtener un grosor de pulpa adecuado para su comercialización. El grosor de pulpa de Maradona-F1 (27.94 mm) se asemeja a frutos de papaya variedad Tailandia (29.1 mm) colectados de una parcela comercial de una provincia de Venezuela (Belandria *et al.* 2010). Maradona-F1 presentó 27.94 mm en grosor de pulpa, sin embargo, Rodríguez-Cabello (2019) describió que su variedad de papaya híbrida “Nativo” presentó un espesor de pulpa de 33 mm bajo manejo convencional, los resultados obtenidos por la variedad antes mencionada podrían sugerir que la variedad Maradona-F1 es comparable con híbridos bajo manejo convencional.

8.5.7. Color de pulpa. De acuerdo a Aikpokpodion (2011) la intensidad en la coloración de la pulpa está relacionada con el contenido de carotenoides y a su vez estos establecen la calidad nutricional. En la presente investigación los valores L* a* y b* de las variedades híbridadas (Maradona-F1: L* 64.47, a* 38.28, b* 55.78; Bela Nova-F1: L* 59.15, a* 38.82, b* 54.17) superan a los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2014), en la Variedad Maradol roja (L*:52.3; a*:25.3; b*: 41.4), resultados que se podrían adjudicar al vigor híbrido de estas dos variedades. Santamaría *et al.* (2009) estudiaron la variedad Maradol bajo manejo convencional, al evaluar el color en madurez de consumo obtuvieron promedios de L* a* b* de 51, 23 y 36, respectivamente, al comparar con los resultados de los híbridos evaluados en el presente estudio bajo manejo orgánico presentan resultados mayores (Maradona-F1: L* 64.47, a* 38.28, b* 55.78; Bela Nova-F1: L* 59.15, a* 38.82, b* 54.17) a los reportado por dichos autores, lo cual indica que el color de las variedades del presente trabajo tienen potencial comercial. Bajo las mismas condiciones de temperatura del presente estudio (20°C), Chan-León *et al.* (2017), mostró valores en Maradol que se acercan a los 50 L*, 22 en a* y 35 en b* mismos que aún son inferiores en comparación con Maradona-F1 (L* 64.47; a* 38.28; b* 55.78) y Bela Nova-F1 (L* 59.15, a* 38.82, b* 54.17). En cambio, Figueira *et al.* (2011) reportaron valor en L* (61.5) en la variedad Golden, que es similar a los de las variedades híbridadas de la presente investigación con respecto de a* (-12.5) y b* (45) difieren. Los valores comparados pueden indicar que la variación en coloración de la pulpa de L* a* y b* puede deberse a las características que definen a las diferentes variedades consultadas.

8.5.8. Acidez titulable. En el presente estudio se pudo observar que Bela Nova-F1 supera en acidez titulable a la papaya Hawaiana (0.9 %) bajo manejo convencional (Torres *et al.* 2013). De manera general los valores obtenidos en el presente estudio (Maradol: 0.09 %; Maradona-F1: 0.10 %; Bela Nova-F1: 0.14 %) difieren a los que detectaron Miranda *et al.* (2014) en la variedad Tainung (0.07 %) esto puede deberse a que a diferencia de la presente investigación dichos autores sometieron los frutos a un almacenamiento de 22 °C. López *et al.* (2018), mostró resultados inferiores a 0.06 % de acidez titulable almacenada a temperatura ambiente (25°C), mientras que en una investigación realizada en Carora, estado de Lara, Venezuela, en la cual se almacenaron frutos comerciales de la variedad Maradol a temperatura de 25°C, se observó que la acidez titulable fue de 0.05 %, muy bajo en comparación a los de la presente investigación (Maradol: 0.09 %; Maradona-F1: 0.10 %; Bela Nova-F1: 0.14 %), en cambio

en frutos almacenados bajo refrigeración a una temperatura de 8°C se pudo detectar en el día seis de almacenamiento que la acidez titulable rebasó el 0.8 %, esta comparación sugiere que el porcentaje de acidez titulable se ve influenciado por la temperatura del almacenamiento (Petit *et al.* 2010; Almeida *et al.* 2011).

8.5.9. Cuantificación del pH. Hernández *et al.* (2014), estudiaron la variedad Carica pubescens, observando pH de 6.7, lo cual es menor o mayor a reportado para las variedades híbridas de la presente investigación (Maradol (5.89), Maradona-F1 (5.64) y Bela Nova-F1 (5.47). De acuerdo a Rodríguez *et al.* (2014), los valores mostrados por las tres variedades evaluadas en la presente investigación son aceptables para el consumo, debido a que se encuentran dentro de un rango de pH de 4.5 a 6.0, pues él presentó niveles de pH similares a los del presente estudio en papaya Maradol roja (5.1). En una investigación realizada por Miranda *et al.* (2014), se encontró en variedad Tainung un pH de 5.3 almacenada a temperatura de 22°C, valores que concuerda a los de la presente investigación, sin embargo, Casaubon *et al.* (2018), presentó niveles de pH de 5.78 y menciona que los frutos con menor acidez son los más aptos para el consumo humano. Los resultados obtenidos en la presente investigación indican que Hernández *et al.* (2014) presentaron niveles de pH más elevados en la variedad Carmen (4.6), quien almacenó frutos en etapa de madurez fisiológica a una temperatura de -5°C, por lo cual, los resultados se pueden atribuir a factores de temperatura debido a que las tres variedades estudiadas en la presente investigación se colectaron con el mismo grado de madurez y se cultivaron bajo las mismas condiciones de clima y suelo.

8.5.10. Sólidos solubles totales (°Brix). Los niveles de °Brix mas fueron los pertenecientes a la variedad Bela Nova- F1 con 13.0 °Brix, esto puede ser debido a la expresión genética de la variedad, pues los resultados expresados por este híbrido superan a otras variedades comerciales como la Siluet (12.4 °Brix) incluso a otras variedades híbridas como MSXJ (Santamaría *et al.* 2015). Los resultados son comparables con los obtenidos por Torres *et al.* (2013) en papaya Hawaiana (11.56 °Brix), lo cual se puede atribuir a que en ambos estudios los frutos se encontraban en madurez de consumo. En una investigación similar se evaluó el contenido de sólidos solubles totales en frutos de la variedad Maradol en madurez de consumo, el resultado obtenido fue de 10.0 °Brix valor que se acerca a lo reportado en el presente estudio, esto indica que en el estado de madurez de consumo las variedades de

papaya expresan la mayor cantidad de azúcares (Santamaría *et al.* 2009). Lo reportado por Mercado *et al.* (2014), corrobora que, a seis días de almacenamiento a una temperatura de 20°C, los sólidos solubles totales de la variedad Maradol tienen un incremento por encima de los 11.0 °Brix.

8.6. CONCLUSIÓN

Las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 presentaron una mejor respuesta en su morfología al igual que en su calidad de fruto en la mayoría de las variables evaluadas, por lo tanto, las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 poseen las mejores características morfológicas y fisicoquímicas, lo cual las hace las variedades más aceptables para su producción en el trópico seco.

8.7. LITERATURA CITADA

- Aikpokpodion O (2011) Assessment of genetic diversity in horticultural and morphological traits among papaya (*Carica papaya*) accessions in Nigeria. *Fruits* 67: 173-187. DOI: 10.1051/fruits/2012011
- Alarcón-Zayas A, Barreiro-Elorza P, Boicet-Fabré II T, Ramos-Escalona M, Morales-León JA (2018) Influencia de ácidos húmicos en indicadores bioquímicos y fisicoquímicos de la calidad del tomate. *Revista Cubana de Química* 30: 243-255.
- Alcántara JJA, Aguilar CC, Leyva BA, Alcántara NAO (2019) Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10: 575-584. DOI: <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.1498>
- Almeida CA, Reis PJD, Santos SD, Vieira DT, Da Costa OM (2011) Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* 2: 049-060.
- Asudi GO, Ombwara FK, Rimberia FK, Nyende AB, Ateka EM, Wamocho LS, *et al.* (2010) Morphological diversity of Kenyan papaya germplasm. *African Journal of Biotechnology* 9: 8754–8762. DOI: 10.5897/AJB10.978
- Belandria D, Velandria V, Navarro C (2010) Caracterización física, química y organoléptica de los frutos de lechosa (*Carica papaya* L.) en variedades Tailandia y Maradol. *Producción Agropecuaria* 3: 45-49.
- Casaubon GP, Lamshing SP, Isoard AF, Lemen MSC, Delgado FD, Pérez LAB (2018) pH de los alimentos: ¿una herramienta para el manejo de los pacientes con reflujo gastroesofágico? *Revista Mexicana de Pediatría* 85: 89-94.
- Chan-León AC, Estrella-Maldonado H, Dubé P, Fuentes OG, Espadas-Gil F, Talavera MC *et al.* (2017) The high content of β -carotene present in orange-pulp fruits of *Carica papaya* L. is not correlated with a high expression of the CpLCY- β 2 gene. *Food Research International* 100: 45–56. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.08.017

- CONAGUA (2015) Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Iguala (1205), estado de Guerrero. Comisión Nacional del Agua. México. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103668/DR_1205.pdf. Fecha de consulta: 02 de enero de 2021.
- East West Seed (2019) Ficha técnica de papaya Bela Nova-F1. East West Seed Group. Estados Unidos de Norte América. <https://lat.eastwestseed.com/crops/papaya>. Fecha de consulta: 02 de noviembre de 2020.
- Flores-Bautista R, Ávila-Reséndiz C, Villanueva-Jimenez JA (2018) Comportamiento de accesiones nativas de *Carica papaya* inoculadas con PRSV-p mediante *Aphis nerii*. Revista Mexicana de Fitopatología 37: 147-158. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1808-5
- García AE (1983) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 3ª edición. UNAM, México, D.F. 146p.
- García-Gutiérrez C, Rodríguez-Meza GD (2012) Problemática y riesgo ambiental por el uso de plaguicidas en sinaloa. Ra Ximhai 8: 1-10.
- Hernández E, Carlos N, Inostroza L, Bautista N, Byrne R, Alencastre A *et al.* (2014) Evaluación química y tecnológico-nutricional de “papaya de altura” (*Carica pubescens*). Ciencia e Investigación 17: 88-91.
- Hernández J, Fernández V, Sulbarán B (2014) Caracterización fisicoquímica, actividad antioxidante y contenido de polifenoles totales en pulpa de lechosa (*Carica papaya*). Observador del Conocimiento 2: 195-201.
- Hernández-Salinas G, Soto-Estrada A, García-Pérez E, Pérez-Vázquez A, Rocandio-Rodríguez M y Córdova-Téllez L (2019) Variación morfológica *in situ* de *Carica papaya* L. nativa de México. Revista Fitotecnia Mexicana 42: 47-55.
- Jiménez VM, Mora-Newcomer E, Gutierrez-Soto V (2014) Biology of the Papaya Plant. Genetics and genomics of papaya. 1th Edition. Pringer. Manhattan. Estados Unidos de Norte América. 438p.

- López ZBA, Ayón RLE, López LME, Gutiérrez DR, Vega GMO (2018) Efecto de un tratamiento hidrotérmico-cloruro de calcio sobre la calidad poscosecha y el contenido de compuestos bioactivos en frutos de papaya durante su almacenamiento comercial. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos* 3: 727-733.
- Martin-Mex R, Nexticapán-Garcéz A, Herrera-Tuz R, Vergara-Yoisura S, Larqué-Saavedra A (2012) Efecto positivo de aplicaciones de ácido salicílico en la productividad de papaya (Carga papaya). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 3: 1637-1643.
- Mercado RJN, Guzmán RIC, García RJM, Salinas HRM, Báez SR (2014) Efecto del recubrimiento con ceras comestibles en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) sobre su calidad durante el almacenamiento. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha* 15: 31-40.
- Mirafuentes HF, Santamaría BF (2014) MSXJ, híbrido de papaya sin carpeloidía para el sureste de México*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5: 1297-1301.
- Miranda DR, Alvis A, Arrazola G (2014) Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (*Carica papaya*) variedad Tainung. *Temas Agrarios* 19: 7-18. DOI:10.21897/rta.v19i1.721
- Miranda-Ramírez JM, Aguilar-García O, Miranda-Medina D (2020) Comparación de la productividad agrícola-económica sustentable y convencional de papaya, en Michoacán, México. *Agronómica Mesoamericana* 31: 385-403. DOI: 10.15517/am.v31i2.38615
- Miranda-Ramírez JM, Aguilar-García O, Aguilar-García J, Miranda-Medina, D, Ramón D (2018) Productividad agrícola - económica del cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) en Buenavista Michoacán, México. *Revista de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas* 3: 43-53.
- Montgomery DC (2017). *Design and analysis of experiments*. 8th Edition. John Wiley & Sons New York, USA. 724p.

- Nishimwe G, Kosgei JC, Okoth EM, Asudi OG, Rimberia FK (2019) Evaluation of the morphological and quality characteristics of new papaya hybrid lines in Kenya. African Journal of Biotechnology 18: 58-67. DOI: 10.5897/AJB2018.16697
- NMX-FF-041-SCFI-2007. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - Fruta fresca - PAPAYA (*Carica papaya* L.). México.
- Petit JD, Terán Y, Rojas B, Salinas HR, García RJ, Báez SR (2010) Efecto de las ceras comestibles sobre la calidad en frutos de papaya. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 11: 37-42.
- Reyes GG, Palemón AF, Cruz LB, Damián NA, Hernández CE, Vargas AD, Díaz, VG, *et al.* (2017) Diversidad genética de poblaciones nativas de papaya (*Carica papaya* L.) del estado de Guerrero, México. Revista Tlamati Sabiduría 8: 47-52.
- Rodríguez CJ, Díaz HY, Pérez GA, Natali CZ, Rodríguez HP, (2014) Evaluación de la calidad y el rendimiento en papaya silvestre (*Carica papaya* L.) de cuba. Cultivos Tropicales 35: 36-44.
- Rodríguez-Cabello J (2019) `Nativo´ híbrido cubano de papayo (*Carica papaya* L.). Cultivos Tropicales 40: 1-2.
- Santamaria BF, Díaz PR, Sauri DE, Espadas YF, Santamaría FJM, Larque SA, (2009) Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. Agricultura Técnica en México 35: 347-353.
- Santamaría F, Mirafuentes F, Zavala MJ, Vázquez E (2015) Calidad de frutos de materiales comerciales de papaya roja producidos en Yucatán, México. Agronomía Costarricense 39: 161-167.
- Schmidt ER (2019) Sample size for the evaluation of ‘BH-65’ papaya fruits under protected cultivation. Revista Brasileira de Fruticultura 41: 1-9.
- Schweiggert RM, Steingass CB, Esquivel P, Carle R (2012) Chemical and morphological characterization of Costa Rican Papaya (*Carica papaya* L.) hybrids and lines with

particular focus on their genuine carotenoid profiles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 2577-2585. DOI: [dx.doi.org/10.1021/jf2045069](https://doi.org/10.1021/jf2045069)

Schweiggert RM, Steingass CB, Mora Esquivel P, Carle R (2011) Carotenogenesis and physico-chemical characteristics during maturation of red fleshed papaya fruit (*Carica papaya* L.). *Food Research International* 44: 1373-1380. DOI: [10.1016/j.foodres.2011.01.029](https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.01.029)

SIAP (2019) Estadísticas de producción agrícola nacional. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 11 de julio de 2020.

Silva MD, Leonel S, Souza MA, Modesto JH, Ferreira RB, Bolfarin ACB (2018) Evaluation of papaya genotypes using agronomic descriptors and estimation of genetic parameters. *Biocience Journal* 34: 943-951. DOI: [10.14393/BJ-v34n1a2018-37164](https://doi.org/10.14393/BJ-v34n1a2018-37164)

Torres RR, Montes EJ, Pérez OA, Andrade RD (2013) Relación del color y del estado de madurez con las propiedades fisicoquímicas de frutas tropicales. *Información Tecnológica* 24: 51-56. DOI: [10.4067/S0718-07642013000300007](https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000300007)

Vázquez GE (2010) Producción y manejo postcosecha de papaya Maradol en la planicie huasteca. 1ª edición. INIFAP. Tamaulipas. México. 155 p.

Zamilpa J, Schwentesius RR, Ayala ODA (2016) Estado de la cuestión sobre las críticas a la agricultura orgánica. *Acta Universitaria* 26: 20-29. DOI: [10.15174/au.2016.854](https://doi.org/10.15174/au.2016.854)

IX. SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE PAPAYA (*Carica papaya* L.) EN LA ZONA DELTA DEL MUNICIPIO DE FLORENCIO VILLAREAL: UN ANÁLISIS DE CASO

9.1. Resumen

El cultivo de papaya (*Carica papaya* L.) es de mucha importancia para la economía de los productores mexicanos, sin embargo, enfrenta una serie de problemas que limitan su producción. Es por ello que es importante identificar las condiciones agroclimáticas de la zona delta del municipio de Florencio Villareal en la Costa Chica del estado de Guerrero por medio de entrevistas dirigidas a pequeños productores de papaya de esta zona. Al evaluar los aspectos generales como los datos personales de los productores nos dimos cuenta del nivel de experiencia con el que cuentan, se observó que la mayoría de los productores son adultos jóvenes y que mantienen solo una hectárea cultivada, también se encontró que en los aspectos de manejo del cultivo realizan barbecho con maquinaria, por otro lado, en la elección de la semilla y el análisis del cultivo se encontró que compran la semilla y la producen y que todos ellos cultivan la variedad de papaya Maradol. En el aspecto fitosanitario se encontró que una de las principales causas que afectan su producción es la enfermedad causada por el virus de la mancha anular del papayo, otro de los problemas que enfrentan es la comercialización debido a que la mayoría de ellos vende a intermediarios pagándola a precios muy bajos y siendo estos intermediarios los que se llevan los mejores beneficios económicos. Se concluye mencionando que a los productores les hace falta desarrollar su capacidad tecnológica en el manejo al igual que su capacidad organizativa, sin embargo, se espera que en el futuro se presente una organización para mejorar el desarrollo de sus sistemas productivos.

Palabras clave: desarrollo, problemática, producción.

9.2. INTRODUCCIÓN

La producción de papaya (*Carica papaya* L.) en México es muy importante debido a que es un cultivo que dinamiza la economía de los productores por sus ciclos cortos lo cual genera ganancias en menor tiempo afectando de buena manera su rentabilidad (Granados *et al.* 2015). A nivel nacional este cultivo tubo una cantidad producida de 1.118.058.14 t generando \$ 6,325,105.84, tan solo en el estado de Guerrero se generaron \$ 365,242.85 con una producción de 48.443.96 t (SIAP, 2020). Si bien la producción de papaya en el estado Guerrero se ha incrementado paulatinamente en los últimos diez años, del 2011 a la fecha solamente ha aumentado 3.263.66 t (SIAP, 2011). El municipio de Florencia Villareal en la Costa Chica del Estado de Guerrero mantiene índices de marginación altos (Morales-Hernández, 2015), la zona delta de este municipio cuenta con las condiciones agroclimáticas adecuadas para el cultivo de papaya (Vázquez *et al.* 2010), es decir, que esta zona tiene potencial para su producción, sin embargo, existe una serie de problemáticas que mantiene estancado el desarrollo de este cultivo. Este estancamiento puede deberse a diferentes factores entre los que destacan falta de organización, la falta de tecnologías agrícolas y falta de financiamiento a los pequeños productores (Basurto y Escalante, 2012), aunado a esto se encuentra también las pérdidas causadas por enfermedades y plagas de mucha importancia como el virus de la mancha anular en papaya entre otras (Guzmán *et al.* 2008) y la falta de asistencia técnica para controlar la incidencia de estas condiciones fitosanitarias.

Este análisis tiene como objetivo conocer la situación actual de la producción del cultivo de papaya en la zona delta del municipio de Florencia Villareal en la Costa Chica del estado de Guerrero, al igual que identificar desde el punto de vista de los productores las principales problemáticas que enfrentan y mantienen estancado el desarrollo económico y tecnológico en esta zona.

9.3. METODOLOGÍA

9.3.1. Condiciones agroclimática y área en estudio

La información agroclimática se obtuvo de las plataformas CONAGUA e INEGI de donde se recopiló información estadística de la zona delta durante un periodo de 2011 a 2018 la cual se ubica en el municipio de Florencio Villarreal en las coordenadas 16.709444° latitud norte y -99.12500° longitud oeste, con temperatura de 21.5 °C con una precipitación anual promedio de 3.1 mm y máxima de 320 mm con suelos en su mayoría del tipo phaeozem y pluvizoles por toda la cuenca del río Nexpa.

9.3.2. Descripción del sistema productivo de papaya en Florencio Villarreal.

Se realizó un curso teórico, una visita en campo y una encuesta tecnológica dirigida a productores de papaya del municipio de Florencio Villarreal, Guerrero, debido a que este sistema productivo se encuentra en rezago, únicamente se logró contactar a 4 productores, distribuidos en tres huertas. Se realizó un análisis descriptivo participativo con los productores y se aplicó una encuesta dirigida a las variables que tienen que ver con la toma de decisiones para el cultivo. Dichas variables pudieron, a su vez, agruparse en seis aspectos: a) aspectos generales b) preparación de la parcela, c) elección y análisis del cultivo, d) aspectos fitosanitarios e) Nutrición del cultivo f) Producción y mercado. Estos aspectos se juzgaron de igual importancia tecnológica en el planteo general del cultivo y el análisis de la información se realizó mediante la comparación de las frecuencias de cada una de las variables.

9.4. RESULTADOS

9.4.1. Aspectos generales

9.4.1.1. Localidades a la que pertenecen los productores. Los productores pertenecen a las localidades de Charco del Pozo, Las Garzas y Llano Grande todas pertenecientes al municipio de Florencio Villarreal del estado de Guerrero, las tres localidades cuentan con las mismas condiciones agroclimáticas.

9.4.1.2. Edad de los productores. El grupo se estructura por productores en un rango de 37 a 60 años de edad, esto implica que el sector etario de 60 se encuentra en el final de su etapa laboral, por lo cual es importante transmitir los conocimientos culturales básicos de la agricultura a jóvenes en etapa formativa (Mansilla, 2000), debido a que de esta manera se mantiene una estabilidad en la posesión del patrimonio familiar, aunado a esto los jóvenes llevan una visión fresca y se encuentran abiertos a nuevas tecnologías y razonamientos técnicos que podrían beneficiar la producción.

9.4.1.3. Nivel de educación. Los productores que solo tienen la educación básica (primaria y secundaria), mencionaron que a temprana edad comenzaron a trabajar en el campo, sin embargo, Grammont, (2010) describe que el nivel educativo entre los agricultores va incrementando, pues él menciona que, en 2004, 28% de los agricultores no tenía ninguna escolaridad, 60% había terminado la primaria, 7% contaba con secundaria, 2% con preparatoria o nivel equivalente y 2% había cursado una carrera técnica. Esto sugiere que la situación educativa va mejorando debido a que los productores mantienen este nivel educativo. Si esta tendencia se mantiene es probable que haya una mejora en los sistemas productivos de papaya, debido a que los productores con mayor nivel educativo se encuentran más abiertos a adoptar o emplear nuevas tecnologías que podría incrementar su producción.

9.4.1.4. Actividad secundaria. Además de dedicarse a la producción de papaya los productores tienen actividades secundarias que se encuentran dentro del sector agrícola, unos se dedican a la producción de maíz, otros a la producción de mango y a la producción de chile.

9.4.1.5. Años dedicado a la producción de papaya. Un factor muy importante para la producción exitosa de papaya es la experiencia y en este análisis encontramos que los

productores tienen distintos niveles de experiencia con respecto al tiempo, en el cultivo de papaya la menor experiencia se encontró en ocho meses y el resto uno, tres y diez años, sin embargo, se observó que algunos se apoyan con el nivel anterior de experiencia. De cierta manera al realizar la reunión los productores compartieron contactos para en un futuro apoyarse de los de más experiencia este primer acercamiento entre productores les permitiría generar un mayor desarrollo y para ello deben de generar y maximizar ciertos valores que favorezcan la asociatividad como es la confianza, el compromiso, la cooperación, la comunicación y el liderazgo (Terrazas *et al.* 2019).

9.4.1.6. Superficie cultivada. Los productores afirman que en la actualidad existen quienes tienen una hectárea cultivada exclusivamente de papaya y otros, media hectárea. Existe la posibilidad de incrementar su superficie con este cultivo en función de lo bien que le vaya con la producción actual pues de acuerdo al análisis los productores no tienen muchos años a la producción de este cultivo.

9.4.2. Preparación de la parcela

9.4.2.1. Preparación del suelo. Para la preparación del suelo, se realiza un rastreo y surcado, si bien esta práctica ha sido un avance tecnológico que permitió el desarrollo de la agricultura en la actualidad, atrae consigo algunas repercusiones como la desintegración de la estructura del suelo, reducción de materia orgánica, erosión, menor porosidad es decir que el suelo está más compacto y por lo tanto no permite un desarrollo y oxigenación óptima para las raíces. Desde nuestro punto de vista recomendamos prácticas integrales que permitan mejorar paulatinamente las características del suelo, como la incorporación de materia orgánica o incluso reducir un poco el manejo mecánico (Martínez-Gamiño, *et al.* 2019).

9.4.3. Elección y análisis del cultivo

9.4.3.1. Obtención de la semilla. Se menciona que realizan el proceso de producir su semilla y también la compran, sin embargo, han mencionado que al comprar la semilla en ocasiones sale quebrada o de mala calidad en el curso que se impartió acordamos al hablar de un punto muy importante de las primeras etapas de la producción el cual era la elección la semilla, y abordando los parámetros de calidad de la semilla del SNICS hicimos énfasis en recomendar a los productores semillas que se acaten a la calificación establecida por dicha institución

como verificar la calidad genética, física, fisiológica y fitosanitaria, para esto se les capacitó a identificar las diferentes etiquetas de calificación manejadas por el SNICS e incluso a identificar el prestigio y las referencias de semillas de empresas privadas con la calificación de “semilla declarada” (SNICS, 2020). Al preguntarle a los productores que producían su semilla si tenían algún proceso para seleccionarla ellos respondieron “solo agarramos la más bonita”, de acuerdo a Gutiérrez, (2020) los humanos mantenemos una necesidad muy antigua de clasificar vegetales con un propósito en específico, en este caso se ve claro que la lógica hace su función y los productores eligen a los individuos que ellos observan más apropiados, sin embargo la selección es una serie de procesos un poco más complejos del cual los productores solo tienen acceso a influir en campo, en este sentido se capacitó a los productores para seguir una serie de procesos de mejoramiento que estén dentro de sus posibilidades como la autofecundación, la selección de plantas que cumpla con las características agronómicas deseables para un propósito en específico (Álvarez Hernández *et al.* 2019).

9.4.3.2. Variedad de papaya. La variedad de papaya utilizada para la producción es un factor de suma importancia para la producción debido a que en gran parte de esta elección depende el producto final, en el presente estudio se les preguntó a los productores por la variedad de papaya que ellos utilizan y plantearon la misma respuesta “Maradol”, de acuerdo a los datos del SIAP, (2019) esta variedad ocupa una superficie de 19,502.59 y representa el 98.2 % de la superficie cultivada en el país, esto se puede atribuir a que esta variedad tiene un buen rendimiento y calidad adecuadas en la postcosecha (Santamaría *et al.* 2009), sin embargo, esta variedad presenta una gran susceptibilidad a las enfermedades y al manejo postcosecha (Flores-Bautista *et al.* 2018). Es por ello que en el curso teórico se les sugirió a los productores la opción de aventurarse a introducir y experimentar con nuevas variedades, que tengan antecedentes de tolerancia a enfermedades, buena calidad de frutos y que a su vez tengan unos buenos rendimientos.

9.4.3.3. Sistema de riego. Los productores encuestados, tienen un sistema de riego por gravedad y por aspersión, si bien estos sistemas de riegos realizan su función no son precisamente los más efectivos, debido a que con estos dos tipos de sistemas de riego se desperdicia mucha agua e incluso en ocasiones la planta no la aprovecha debido a que no está

focalizada directamente a las raíces y tiende a drenarse con mayor rapidez, una recomendación que se les hizo saber a los productores fue procurar un sistema de riego más eficiente como el sistema de riego por goteo por que administraría más eficientemente el uso del agua sobre las plantas y repercutiría de buena manera manejando las fechas de temperaturas más altas. Un sistema de riego por goteo tiene bajos costos, es muy práctico y manejable (Miranda *et al.* 2015).

9.4.3.4. Cantidad de riegos semanales. Los momentos de riego en las parcelas de los productores fueron variados se realiza solamente un riego, otros lo hacen dos o tres veces por semana. En esta parte se sugiere realizar riegos de acuerdo al tipo de suelo y a las estaciones climáticas, incrementando los riegos en los meses más calurosos, es recomendable crear un calendario de riego para tener una mejor administración y control sobre el uso del agua, desafortunadamente los productores aun no tienen la posibilidad económica de adquirir un sistema de riego eficiente en conjunto con coberturas activas de suelo como alternativa a la evaporación (Chaterlán *et al.* 2012), por otro lado los productores tienen menos de tres años realizando esta actividad por lo cual existe la posibilidad de que gradualmente vayan aplicando algunas recomendaciones y de esta manera ir mejorando su producción y a su vez implementar las tecnologías en su parcela recomendadas en sus parcelas.

9.4.4. Aspectos fitosanitaria

9.4.4.1. Principales plagas y enfermedades. Los productores mencionaron algunas de las plagas que se encuentran en su cultivo e identificaron pulgones (*Myzus persicae*), mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* W.), araña roja (*Tetranychus cinnabarinus*), y chicharritas (*Empoasca papayae*) sin embargo, todos coincidieron contundentemente que la plaga más importante que afecta gravemente el cultivo ellos la conocen como “la china” una enfermedad que se presenta generalmente en la etapa de la floración y comienza emblanqueciendo las nervaduras para luego presentar manchas cloróticas, posteriormente comienza a deformarse la hoja, continúa con la deformación hasta presentar un mosaico severo y se reduce la lámina foliar hasta que queda una hoja con aspecto filiforme; de acuerdo a Valderrama *et al.* (2015) estos síntomas fueron observado en campo durante la visita a la parcela, por lo cual se llegó a la afirmación que dichos síntomas son característicos de la enfermedad del “virus de la mancha anular del papayo” este virus pertenece a la familia de

los *Potyvirus* (Fauquet *et al.* 2005) y es transmitido por diferentes especies de áfidos como los pulgones (Cabrera *et al.* 2010). En la impartición del curso que se realizó a estos productores se recomendó como alternativa a los problemas tan severos que provoca este virus, introducir variedades que presenten cierta tolerancia.

9.4.4.2. Plaguicida que utiliza para el manejo fitosanitario. Para reducir las afectaciones causadas por las plagas los productores utilizan una gama amplia de plaguicidas, pero de acuerdo a su experiencia los que más comúnmente utilizan son Confiador[®] (imidacloprid), Minatrin[®] (abamectina), Muralla[®] (imidacloprid), Movento[®] (spirotretramat) y Envidor[®] (spirodiclofen). De acuerdo con el libro técnico de Vazquez *et al.* (2010), se recomendó a los productores aplicar los plaguicidas en etapas, en dosificaciones y en partes de la planta específicas con el fin de romper el ciclo de las plagas.

9.4.4.3. Control de maleza. En la encuesta se encontró que los productores utilizan métodos químicos combinados con la limpieza manual para controlar la maleza, el herbicida de mayormente emplean es al que ellos denominan el verde (paraquat) herbicidas de contacto que funciona de manera inmediata y Faena[®] (glifosato) herbicida sistémico, el uso de los herbicidas para los pequeños productores supone un gran ahorro de jornales, sin embargo las dosis empleadas son demasiado altas, provocando residualidad en el suelo esto puede generar alteración en el desarrollo del cultivo, en los suelos el daño puede ser más severo causando la modificación del pH, la disminución de bacterias que descomponen la materia orgánica. Se les recomendó a utilizar alternativas de insecticidas más efectivos (Florida *et al.* 2012). Por esas razones se recomienda emplear dosificación adecuadas e insecticidas más nobles y efectivos que reduzcan por más tiempo el brote de malezas como Finale[®] (glufosinato de amonio).

9.4.5. Nutrición del cultivo

9.4.5.1. Fertilizaciones realizadas por ciclo. Al preguntarle a los productores sobre las veces y los momentos que aplican la fertilización durante el ciclo de su cultivo, todos contestaron que aplican en el momento del trasplante y a partir de ahí cada mes aplicando una mezcla de urea DAP y cloruro de potasio, aunque sus métodos son buenos, se les hizo la recomendación de aplicar fertilizantes específicos de acuerdo a la etapa fenológica del cultivo

debido a que los requerimientos nutrimentales de las plantas varían de acuerdo sus etapas fenológicas (Escamilla *et al.* 2003).

9.4.6. Producción y mercado

9.4.6.1. Cantidad de papaya que produce al año. Se estima que producen anualmente un aproximado de 40, 48 y 60 t al año generando ingresos de 50,000, 121,000 y 150,000 pesos respectivamente. Si bien, el rendimiento no es similar a lo reportado en parcelas comerciales de Maradol (99.19 t) (Aguilar *et al.* 2019), a los productores les resulta un tanto rentable y se espera que las recomendaciones sugeridas en el curso y en la visita de campo contribuyan con el incremento del rendimiento. De acuerdo a los antecedentes de los últimos años con respecto a los precios en los que ha fluctuado los frutos de papaya, los productores comentan que en los últimos dos a un año el precio ha oscilado de entre \$4.00 a \$8.00 pesos el kg, en la actualidad se encuentra en \$4.00 pesos. Estos precios son demasiados bajos tomando en cuenta las largas jornadas de trabajo, la inversión entre otros, sin embargo, en los grandes supermercados los productos alcanzan valores cuatro o cinco veces más altos, la razón principal nos remonta a otro punto muy importante, “el comercio de la fruta” debido a que comercian su producto a acaparadores o intermediarios y son ellos quienes establecen los precios ofertando compras muy bajas y de esta manera castiga a esta parte tan importante de la cadena productiva. De acuerdo con López *et al.* (2016), quienes encontraron en su análisis sociológico de la problemática agropecuaria en el municipio de Salvatierra, Guanajuato que el 100 % de los productores entrevistados comentaron que el “coyotaje” es la mayor problemática que enfrentan y que este fenómeno se puede atribuir a la falta de conocimiento de cómo ingresar a los mercados o incluso falta de organización. Con los cursos impartidos esperamos contribuir con ese primer acercamiento, como primera pauta para organizar y desarrollar un grupo bien estructurado que haga frente al “coyotaje” utilizando métodos como la imposición y establecimiento de los precios por parte de los productores o incluso que comercien directamente a los mercados.

9.4.6.2. Modelo de sistema producto papaya

En el siguiente esquema (Figura 1) se observan todos los aspectos anteriormente descritos sobre las unidades productivas de los productores como las entradas de insumos, el proceso

de producción y su interacción con el medio ambiente, al igual que la salida de la cosecha y su regreso en forma de ingresos económicos. En algunas unidades productivas de papayas como en el Distrito de Desarrollo Rural 007 en Veracruz los productores mantienen un sistema productivo más tecnificado sin embargo al igual que en la presente investigación la falta de activos propicia que sean los intermediarios que movilicen y comercialicen el producto a los centros de abasto dando como resultado que los intermediarios se beneficien económicamente más que los productores (Granados *et al.*, 2015).

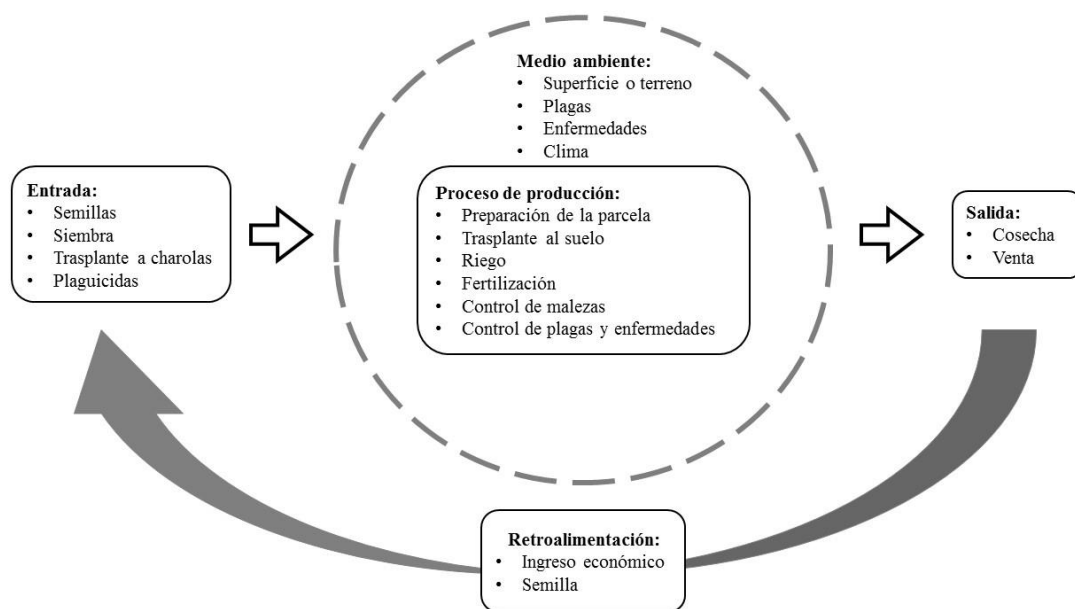


Figura 1. Esquema del sistema producto papaya en la zona delta del municipio de Florencio Villareal en la Costa Chica del estado de Guerrero.

9.5. CONCLUSIÓN

Al analizar la situación de la producción de papaya en el municipio de Florencio Villa Real en el estado de Guerrero, México, se llegó a la conclusión de que los productores se encuentran en una etapa emergente debido a que la mayoría de ellos no superan los tres años trabajando con este cultivo y a pesar de que poseen los conocimientos básicos de la agricultura aún les falta incorporar innovaciones y tecnologías para mejorar el manejo en campo y la calidad de frutos para buscar mejores mercados. Con respecto a la parte organizativa, el curso realizado aportó además de recomendaciones técnicas para el manejo en campo y postcosecha también fue el primer acercamiento para que en el futuro los productores puedan organizarse y emprender la búsqueda de mercados en donde puedan ofertar a precios justos su producto y de esta manera hacerse cargo de toda la cadena productiva del sistema producto papaya.

9.6. REFERENCIAS

- Aguilar CC, Alcántara JJA, 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.
- Álvarez Hernández JC, Tapia-Vargas LM 2019. Selección de plantas de papaya sobresalientes en ambientes comerciales con fines de mejoramiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 23: 303-311.
- Basurto HS, Escalante SR 2012. Impacto de la crisis en el sector agropecuario en México. *Economía UNAM* 9 (25): 51-73.
- Cabrera D, García D, Portal O 2010. Virus de la mancha anular de la papaya (PRSV-p): Biología, epifitología y diversidad genética como base para el manejo mediante técnicas biotecnológicas. *Biotecnología Vegetal* 10 (2): 67-77.
- Chaterlán Y, Rosa R, Hernández G, López T, Pereira LS. Estimación de las necesidades hídricas de la papaya utilizando la aproximación de los coeficientes culturales duales. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* 21 (3) 12-17.
- CONAGUA 2011-2018. Comisión Nacional del Agua: Información Estadística Climatológica.
<https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Estadistica/12236.pdf>
- Escamilla GJL, Saucedo VC, Martínez DMT, Martínez GA, García PS, Hernández RMS 2003. *Terra Latinoamericana* 21 (2): 157-166.
- Fauquet CM, Mayo MA, Maniloff J, Desselberger U, Ball LA (2005). *Virus Taxonomy*. 1th ed. Elsevier, San Diego, California, USA. Elsevier pp. 1254.
- Flores-Bautista R, Ávila-Reséndiz C, Villanueva-Jimenez JA (2018) Comportamiento de accesiones nativas de *Carica papaya* inoculadas con PRSV-p mediante *Aphis nerii*. *Revista Mexicana de Fitopatología* 37: 147-158. DOI: 10.18781/R.MEX.FIT.1808-5

- Florida N, López C, Pocomucha V 2012. Efecto del herbicida paraquat y glifosato en propiedades del suelo que condicionan el desarrollo de bacterias y fungi. *Investigación y Amazonía* 2 (1-2): 35-43.
- Grammont HC 2010. La evolución de la producción agropecuaria en el campo mexicano: concentración productiva, pobreza y pluriactividad. *Andamios* 7 (13): 85-117.
- Granados RR, Salceda LR, Longar BMD, Situación actual y perspectivas tecnológicas para la papaya (*Carica papaya* L.) en el distrito de Veracruz, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6 (4): 749-761.
- Guzmán RE, Gómez AR, Pohlen HAJ, Álvarez RJC, Pat FJM, Geissen V 2008. La producción de papaya en Tabasco y los retos del desarrollo sustentable. *El Cotidiano* 147: 99-106.
- INEGI 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, Florencio Villarreal, Guerrero, Clave geoestadística 12030.
- Lopez LG, Valdes CA, Ferro VLE. Análisis sociológico de la problemática agropecuaria en el municipio de Salvatierra, Guanajuato. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas* 5 (10): pp. 27.
- Mansilla AME 2000. Etapas del desarrollo humano. *Revista de Investigación en Psicología* 3 (2): 105-116.
- Martínez-Gamiño MÁ, Osuna CES, Esponosa RM 2019. Impacto acumulado de la agricultura de conservación en propiedades del suelo y rendimiento de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 10 (4): 765-778.
- Miranda RJM, Aguilar GO, Aguilar GJ 2015. Determinación óptima de riego localizado para cultivo de papaya (*Carica Papaya* L.) en clima cálido semi-seco y suelo vertisol pélico (arcilloso) en la Tierra Caliente de Michoacán. 10^{mo} Congreso Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación. Instituto Tecnológico Superior de Apatzingán. Instituto Tecnológico de Morelia. Instituto de Innovación y Desarrollo Tecnológico.

- Morales-Hernández R, 2015. Análisis regional de la marginación en el estado de Guerrero, México. Papeles de Población 48: 251-274.
- Santamaria BF, Díaz PR, Sauri DE, Espadas YF, Santamaría FJM, Larque SA, (2009) Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. Agricultura Técnica en México 35: 347-353.
- SIAP (2019) Estadísticas de producción agrícola nacional. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 11 de julio de 2020.
- SIAP, 2020. Cierre de la producción agrícola. Servicio Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SNICS 2020. Calificación de semillas. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. consultado el 14 de abril de 2021 en: <https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/certificacion-de-semillas>
- Terrazas TAM, Garza CSP, Cruz MRÁ 2019. Las organizaciones rurales, opciones para la integración de los pequeños productores rurales del sector agrícola en San Buenaventura, Coahuila. Revista Mexicana de Agronegocios. 45: 285-298.
- Valderrama S, Cedano C, Tenorio J, Romero J, Carbaja S (2015). Caracterización sintomatológica y molecular del virus de la mancha anillada del papayo (PRSV) que infecta Carica papaya L. en el norte del Perú. Scientia Agropecuaria 6 (4): 241-246. DOI: 10.17268/sci.agropecu.2015.04.01
- Vázquez GE (2010) Producción y manejo postcosecha de papaya Maradol en la planicie huasteca. 1ª edición. INIFAP. Tamaulipas. México. 155 p.

X. CONCLUSIÓN GENERAL

Las investigaciones realizadas en la presente tesis nos permiten conocer el comportamiento de las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 como alternativa a variedades convencionales como la variedad Maradol bajo condiciones de campo, en poscosecha y su respuesta en poscosecha bajo manejo orgánico, esto con el fin de crear nuevas opciones de cultivos para introducirlas en las zonas productoras del estado de Guerrero. En conjunto a lo anterior se realizó un análisis en el cual se identificaron las principales problemáticas presentes en los sistemas productivos de papaya de los productores de la zona delta del municipio de Florencio Villarreal en la Costa Chica del estado de Guerrero, confirmando de esta manera que es necesario la introducción de variedades con antecedentes de tolerancia a enfermedades, que tengan una buena productividad y que mantengan una adecuada calidad de fruto en almacenamiento, las variedades híbridas Maradona-F1 y Bela Nova-F1 podrían resolver en parte algunas de las problemáticas por las que pasan los productores de dicho municipio, por lo cual dichas variedades son recomendables para su introducción y producción en este municipio.

XI. ANEXO

Cuadro 1. Materiales y equipos utilizados en el presente experimento.

Convencional	Orgánico
Material y equipo	
<ul style="list-style-type: none"> • Vasos de 10 onzas (295.735 ml). • Composta. • Sistema de riego por escurrimiento con tubos PBC • Franelas. • Fumigadora de motor (HYUNDAI 25 L) • Vernier (Truper) • Estadal telescópico (MCE. GEO-SURV) • Cinta métrica • SPAD 502 Plus (KONICA MINOLTA ®) 	
Pregeminacion	
<ul style="list-style-type: none"> • Carboxin + Thiram (Vitavax). • Clorotalonil 72% (Bravo 720). 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai (CIDEA®).
Nutrición y manejo fitosanitario	
<ul style="list-style-type: none"> • Fertilizante 17-17-17 • Bayfolan (BAYER®) • Malation (DRAGON®) 	<ul style="list-style-type: none"> • Humus de lombriz • Guano de murciélago (ULTRA WANO®) • Repelente de ajo (Garlic barrier®)

Cuadro 2. Establecimiento de parcela.

Fecha	Actividad	Producto /insumo
30/08/2019	Preparación del terreno: - Barbecho - Rastreo - surcado	- Tractor
31/08/2019	Se trazó el experimento en campo.	- Cinta métrica de 50 m - Rafia - Estaca
11/09/2019	Se realizó el trasplante el diseño del experimento.	Se empleó a dos jornales.

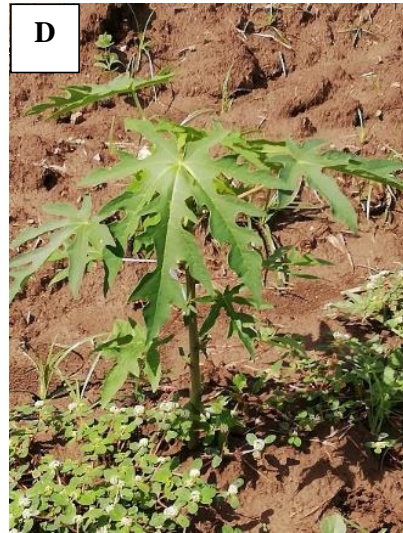


Figura 1. Imágenes del establecimiento de la parcela; Espacio donde se estableció la parcela (A); Rastro y surcado (B); Trasplante de plántula (C); Plántula trasplantada (D); 15 días después del trasplante (E).

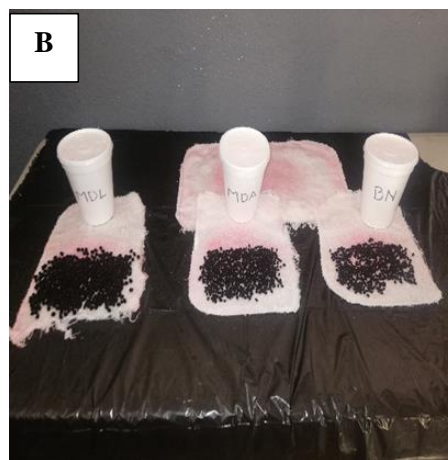
Cuadro 3. Producción de plántula y el establecimiento del almacigo convencional

Fecha	Actividad	Producto/insumo	Dosis
25/06/2019	Se le dio un pre-acondicionamiento hídrico a la semilla el cual consistió en remojar la semilla durante 72 horas cambiando el agua cada 8 hr.	<ul style="list-style-type: none"> • Semilla • Agua 	Solo se cubrió la semilla con agua.
28/06/2019	En las últimas 8 horas se aplicó fungicida.	<ul style="list-style-type: none"> • Carboxin + Thiram (Vitavax) 17 %. 	2 cc por L de agua.
02/07/2019	Posteriormente se cubrieron con una toalla y a los cuatro días cuando la semilla comenzó a germinar se le aplico insecticida.	<ul style="list-style-type: none"> • Imidacloprid 70 % (Tool TS). 	7 g/kg de semilla.
02/07/2019	Siembra	<ul style="list-style-type: none"> • Composta • Vasos de 10 onzas 	295.735 g por vaso.

Manejo orgánico para la producción de plántula y el establecimiento del almacigo.

Fecha	Actividad	Producto/insumo	Dosis
25/06/2019	Se le dio un pre-acondicionamiento hídrico a la semilla el cual consistió en remojar la semilla durante 72 hr cambiando el agua cada 8 horas.	<ul style="list-style-type: none"> • Semilla • Agua 	Solo se cubrió la semilla con agua.

28/06/2019	En las últimas 8 horas se aplicó fungicida.se cubrieron por cuatro días con una toalla.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trichoderma harzianum</i> Rifai (CIDEA®) 7.5 g por L de agua.
02/07/2019	Siembra	<ul style="list-style-type: none"> • Composta 295.735 g por vaso. • Vasos de 10 onzas vaso.



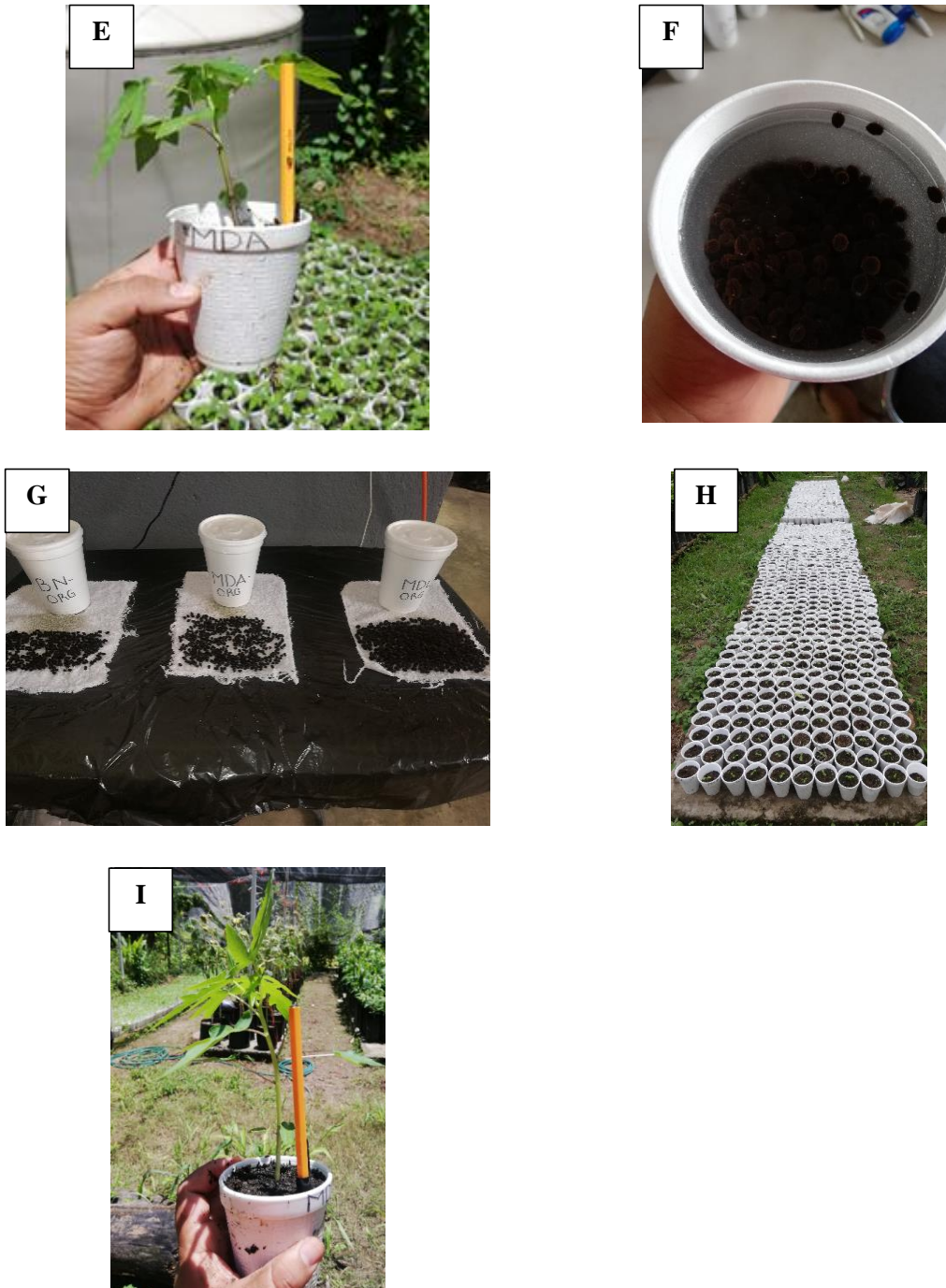


Figura 2. Producción de plántula. Acondicionamiento hídrico Convencional (A); Semillas pregerminadas en toallas húmedas del manejo convencional (B); Siembra (C); Plántulas 15 días después de la siembra (D); Plántula de manejo convencional (E); Acodicionamiento hídrico orgánico (F); Semillas pregerminadas del manejo orgánico (G); Plántulas del manejo organico (H); Plántula del manejo orgánico.

Cuadro 4. Programa de fertilización convencional. Se aplicó en etapa de floración, amarre y producción de fruto.

Fecha	Actividad	Producto/insumo	Dosis
11/11/2019	Fertilización	17-17-17	120 g por planta
21/02/2020	Fertilización	17-17-17	200 g por planta
06/06/2020	Fertilización	17-17-17	300 g por planta

Programa de fertilización orgánico. Se aplicó en etapa de floración, amarre y producción de fruto.

Fecha	Actividad	Producto/insumo	Dosis
11/11/2019	Fertilización	- Humus de lombriz	500 g por planta
21/02/2020	Fertilización	- Humus de lombriz	1000 g por planta
06/06/2020	Fertilización	- Humus de lombriz	2000 g por planta





Figura 3. Imágenes de la fertilización del estudio. Fertilizante 17-17-17 (A); Fertilización directa del manejo convencional (B); Fertilizante 17-17-17 aplicado de manera directa (C); Fertilización de la planta bajo manejo orgánico con humus de lombriz (D, E); Humus de lombriz aplicado de manera directa en la circunferencia de la planta (F).

Cuadro 5. Programa para el control fitosanitario.

Fecha	Actividad	Producto/insumo	Dosis
30/09/2019	Aplicación de insecticida y fertilizante foliar	- Malation (DRAGON®) - Bayfolan (BAYER®)	- 1 ml por l de agua - 4.1 ml por l de agua
28/10/2019	Aplicación de insecticida y fertilizante foliar	- Malation (DRAGON®) - Bayfolan (BAYER®)	- 1 ml por l de agua - 4.1 ml por l de agua
29/11/2019	Aplicación de insecticida y fertilizante foliar	- Malation (DRAGON®) - Bayfolan (BAYER®)	- 1 ml por l de agua - 4.1 ml por l de agua
26/12/2019	Aplicación de fertilizante foliar	- Bayfolan (BAYER®)	- 4.1 ml por l de agua

Programa para el control fitosanitario del manejo orgánico.

Fecha	Actividad	Producto/insumo	Dosis
30/09/2019	Aplicación de repelente y fertilizante foliar.	- Guano de murciélago (ULTRA WANO®) - Repelente de ajo (Garlic barrier®)	- 3 ml por l de agua -1 ml por l de agua
28/10/2019	Aplicación de repelente y fertilizante foliar.	- Guano de murciélago (ULTRA WANO®) - Repelente de ajo (Garlic barrier®)	- 3 ml por l de agua -1 ml por l de agua
29/11/2019	Aplicación de repelente y fertilizante foliar.	- Guano de murciélago (ULTRA WANO®) - Repelente de ajo (Garlic barrier®)	- 3 ml por l de agua -1 ml por l de agua
26/12/2019	Aplicación de fertilizante foliar.	- Guano de murciélago (ULTRA WANO®)	-1 ml por l de agua



Figura 4. Imagen de los plaguicidas utilizados en el desarrollo del experimento.