



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Modalidad Tesina

**“Evaluación de la productividad del mamón (*Carica papaya L.*)
en meses de bajas temperaturas en Corrientes.”**



Autor: URÁN, Víctor Joaquín.

Asesor: Ing. Agr. (Dra.) ALAYÓN LUACES, Paula.

Lugar de trabajo: Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), ubicado sobre la ruta Nacional 12 Km 1031.

Tribunal evaluador: - Lic. (Dra.) GIMENEZ, Laura Itatí.

- Ing. Agr. (Mgter.) ARCE, Gladis Elizabeth.

- Ing. Agr. (Dr.) NEIFF, Nicolás.

AÑO 2017

INDICE

| | |
|--|---------|
| 1. Agradecimientos..... | pág. 3 |
| 2. Resumen..... | pág. 4 |
| 3. Introducción..... | pág. 5 |
| 4. Objetivos..... | pág. 8 |
| 1.1 Objetivos generales..... | pág. 8 |
| 1.2 Objetivos específicos..... | pág. 8 |
| 5. Materiales y Métodos..... | pág. 8 |
| 5.1. Características del predio..... | pág. 8 |
| 5.2. Establecimiento del cultivo y Labores culturales..... | pág. 10 |
| 5.3. Material vegetal y tratamientos..... | pág. 12 |
| 5.4. Variables evaluadas..... | pág. 14 |
| 6. Resultados y Discusión..... | pág. 16 |
| 6.1. Variables vegetativas..... | pág. 16 |
| 6.2. Registro fenológico..... | pág. 19 |
| 6.3. Variables reproductivas..... | pág. 21 |
| 7. Conclusión..... | pág. 24 |
| 8. Bibliografía..... | pág. 25 |

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera agradecer a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste por haberme aceptado ser parte de ella y abrirmelos las puertas para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes profesores que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

Gracias, de corazón, a mi Directora de Tesis de Grado por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, además de dedicar su tiempo y paciencia para guiarme durante el desarrollo de la tesis.

Y para finalizar, también agradezco a mi familia, amigos y a todos los que fueron mis compañeros de clase durante los distintos niveles de la carrera ya que gracias a su apoyo constante han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

RESUMEN

La producción de mamón en zonas subtropicales tales como la región NEA, y en particular la provincia de Corrientes se ve limitada ya que el cultivo es netamente tropical y presenta anomalías ante la exposición temperaturas por debajo de los 15°C, llegando incluso a provocar el decaimiento total de la planta frente a alguna eventual helada. Estas condiciones pueden presentarse durante las estaciones de bajas temperaturas, lo cual hace que este cultivo sea destinado principalmente a la industria. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el desarrollo vegetativo y fenológico de *Carica papaya* L. del cv Tainung 1 sometidos a un tratamiento con Sugar Mover ® de Stoller el cual contiene Boro 9% + Molibdeno 0.008%. Se realizó la comparación entre dos tratamientos, un testigo y otro a una concentración del 2% ambos bajo las mismas condiciones de cultivo. Se estudió el crecimiento vegetativo midiendo: Altura de la planta, Diámetro del tronco, Número de hojas y se realizó el seguimiento fenológico, productividad y calidad de frutas. Se observó que las plantas testigo mostraron un retraso en los distintos estado fenológicos respecto a las tratadas con Sugar Mover ®. No se observaron diferencias en relación al crecimiento vegetativo entre tratamientos. Las plantas tratadas presentaron mayor cantidad de frutos por planta en relación a las plantas testigo. Sin embargo todas, con y sin aplicación del producto, fueron afectadas por las heladas sufridas en el mes de julio. Se concluye que la utilización de Sugar Mover ® presenta beneficios en cuanto al rendimiento y la posibilidad de obtener primicia en el mercado, aunque no se observaron diferencias en la tolerancia a las bajas temperaturas.

INTRODUCCIÓN

Carica papaya L., comúnmente conocida como mamón, papaya, mamao, lechosa, pertenece al orden Parietales familia Caricácea, es una planta arborescente perennifolia, cuya copa es abierta y redondeada y las hojas son simples de pecíolo largo.

Los principales países productores de mamón son India, Brasil, Indonesia, Nigeria y México los cuales proveen el 71% de la producción mundial. En nuestro país la producción de mamón alcanza las 2100 Tn (Faostat, 2016), provenientes de 176 Ha, siendo las principales provincias productoras Salta y Jujuy. Sin embargo, las provincias de Corrientes, Misiones y Formosa se registran sectores productivos asociados a pequeñas empresas. Según Parra (2012) en el año 2010 en la Argentina se importaron 889 Tn de fruta de mamón, y en el 2011 entraron al país unas 459 Tn, lo cual se traduce en una demanda nacional insatisfecha.

El fruto del mamón es valorado para su consumo en fresco por su sabor y por su alto valor nutritivo y aporte de vitaminas y minerales (Alonso *et al.*, 2008), sin embargo también puede ser aprovechado con fines industriales y medicinales para extracción de papaína, una enzima proteolítica muy apreciada para ablandar carnes y para aclarar bebidas. Dentro de la industria alimenticia se encuentran otros usos de la papaína tales como la producción de dulces, jaleas y frutos abrillantados.

Por ser un cultivo de origen tropical, las condiciones agroecológicas más favorables para su desarrollo y crecimiento son aquellas en las que se registran altas insolaciones, ausencia de heladas y pluviometrías de alrededor de 1300 mm anuales.

Según Knight (1980) el óptimo desarrollo y crecimiento del mamón se obtiene entre 21° y 33°C, clasificándose a este cultivo como una especie tropical sensible a las bajas temperaturas (Ogden *et al.*, 1981). Dentro de la región NEA contamos con zonas aptas para el cultivo de mamón aunque las condiciones durante el invierno hacen que estos cultivos sean destinados principalmente a la industria ya que para el aprovechamiento de frutos para consumo en fresco es necesario que el cultivo se extienda hasta abril/mayo lo cual dificulta la obtención de fruta de calidad debido a las bajas temperaturas.

Cuando las temperaturas descienden por debajo del óptimo y según sea el momento del ciclo del cultivo se pueden presentar anomalías. Galán-Saúco y Rodríguez-Pastor (2007) señalan que temperaturas por debajo de los 18°C provocan carpeloidía de los frutos (conocidos como cara de gato sin valor comercial), cambios de género de la flor, reduce la viabilidad del polen y los frutos tienen menor contenido de azúcares totales.

Durante el proceso de endurecimiento al frío tienen lugar una serie de cambios morfológicos y fisiológicos que permiten a las plantas aclimatarse a las nuevas condiciones atmosféricas y sobrevivir durante el invierno (Chaar, 2013). El transporte de sustancias de reserva hacia órganos perennes, la disminución en el contenido de humedad de los tejidos, la transformación de almidón en azúcares solubles y las modificaciones en la composición lipídica de las membranas celulares son algunos de ellos (Gallino et al., 2007; Pearce, 2001).

El elemento Boro (B) está involucrado en tres procesos principales que incluyen: preservación de la estructura de la pared celular, mantenimiento de las funciones de la membrana y cofactor de las actividades metabólicas (Malavé Acuña & Carrero Molina, 2007). Hay antecedentes del rol del B en relación al estrés por bajas temperaturas en especies de clima tropical (Huang et al, 2005). Dordas y Brown (2000), demostraron que las diferentes proporciones de esteroles y ácidos grasos de cadenas más largas en la membrana plasmática de células de raíz cambia significativamente el consumo de B en mutantes de *Arabidopsis thaliana* y relacionaron estos cambios a diferentes coeficientes de permeabilidad para el ácido bórico a través de membranas plasmáticas que contienen diferentes grupos de lípidos y ácidos grasos. El descenso del nivel de esteroles en la membrana plasmática puede incrementar su fluidez y permeabilidad al agua y a iones, lo cual está correlacionado con la tolerancia de la planta al frío (Hugly et al, 1990), siendo una respuesta común el incremento de la rigidez en la membrana en especies susceptibles a las bajas temperaturas (Queiroz et al, 1998). La reducción inducida por el frío en la fluidez y permeabilidad en la membrana de células de raíz, puede contribuir a la inhibición del consumo de B en especies susceptibles al frío (Ye et al, 2000,2003).

Se reconoce la acción de este nutriente como elemento que dentro de la planta interviene en la translocación de los azúcares, el B es móvil en el floema de aquellas

especies que utilizan polioles (azúcares simples: manitol, sorbitol) como un metabolito fotosintético primario con alta afinidad para enlazar al B para su posterior transporte en el floema hacia zonas de acumulación activa, como los meristemas vegetativos o reproductivos (Brown *et al.*, 2002; Brown & Hu, 1996; 1998; Hu & Brown, 1997). Sin embargo en frutales donde el B es inmóvil, pero esencial para el proceso de floración, las aplicaciones son efectivas directamente en los botones o en las flores (Brown & Hu, 1998).

El formulado comercial, Sugar Mover® de Stoller, contiene Boro 9% + Molibdeno 0.008% y se indica como fertilizante inorgánico para revertir el movimiento de los azúcares, favoreciendo su transporte desde el follaje hacia los frutos, tallos y demás órganos a cosechar, incrementando las características de calidad, tales como calibre, uniformidad del llenado, grados Brix, contenido de almidones y sólidos totales, concentración de fenoles y taninos entre otros, así como reduce los desórdenes fisiológicos y malformaciones de los frutos. También se menciona que una de las ventajas del uso del mismo sería prevenir el aborto y la reabsorción de frutos, además de concentrar y uniformizar la floración (Stoller, 2017). En el caso en particular del mamón, está indicada su aplicación luego del inicio de floración, sin embargo esta información es originaria de zonas tropicales sin antecedentes de su comportamiento en regiones subtropicales.

Según Campostrini & Glenn (2007) un desafío para la producción del cultivo de mamón es incrementar la calidad de la fruta en sitios marginales donde los factores abióticos son limitantes, ese es el caso del NEA donde las bajas temperaturas de otoño e invierno inciden directamente en la calidad de fruta para su aprovechamiento en fresco.

Conocer el comportamiento de esta especie en las condiciones agroecológicas de una determinada región provee de bases científicas para desarrollar estrategias de manejo adecuadas para obtener una buena productividad y calidad de fruta.

Los factores edafoclimáticos propios de una zona inciden en el crecimiento, desarrollo, productividad y calidad del mamón por lo que la medición y análisis de los mismos son un aporte para el conocimiento e implantación del cultivo en la región.

OBJETIVOS

General:

- Estudiar la fenología, calidad de frutos y productividad del cultivo de mamón en meses de bajas temperaturas en Corrientes.

Específicos:

- Analizar la fenología de plantas de mamón en meses de bajas temperaturas en Corrientes.
- Caracterizar crecimiento y desarrollo de frutos con y sin aplicación de formulado comercial (Sugar Mover ®).
- Medir parámetros físico-químicos de las frutas de mamón producidas en meses de bajas temperaturas.
- Generar información de la calidad y productividad del cultivo de mamón en Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del Predio

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (Figura 1), ubicado sobre la ruta Nacional 12 Km 1031 (Latitud Sur: 27° 28' 27", Longitud Oeste: 58° 47' 00"); Altura sobre el nivel del mar 70 msnm Provincia de Corrientes, Argentina.

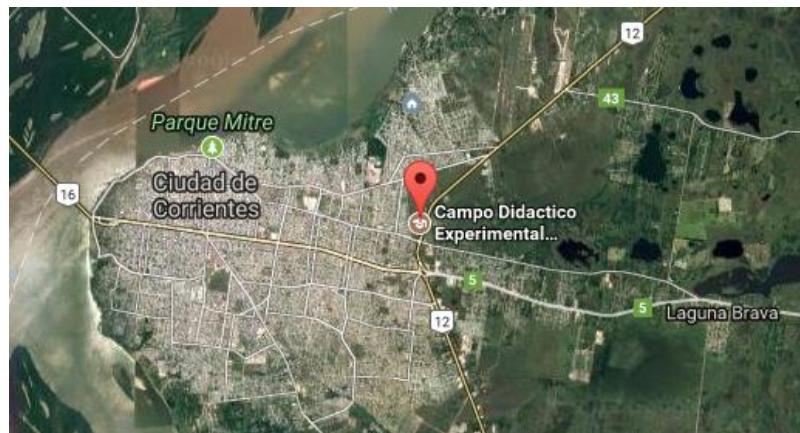


Figura 1. Campo Didáctico Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, departamento Capital, Corrientes. Fuente Google Earth.

El mismo cuenta con una superficie de 13 Ha, en la cual se producen, con fines didácticos y en pequeñas extensiones, cultivos frutícolas, cerealeros, graníferos, hortícolas e industriales.

El lote experimental, contó con una superficie de 32 m², en el mismo previamente se había cultivado en el ciclo anterior el mismo cultivo de *Carica papaya L.*

El suelo del sitio de experimentación ha sido clasificado como Udipsament acuico hipertérmico de la serie Ensenada Grande. Presenta un pH de 5,28 en los primeros 20 cm y de 4,76 entre los 20 cm y 40 cm. Su baja fertilidad natural y susceptibilidad a la erosión, ubica a éstos suelos en Subclase II y III (Escobar et al., 1994). El relieve es suavemente ondulado, con pendientes de 1 a 1,5 %. Por su parte, las condiciones para el desarrollo de este cultivo son suelos de textura gruesa con buena capacidad de drenaje. El pH debe estar entre 4.5 y 6.0 para el cultivo con niveles muy bajos de elementos tóxicos como el aluminio y hierro; requerimientos que se adaptan adecuadamente al tipo de suelo presente.

El clima se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 1300 mm anuales, evapotranspiración media anual según Thornthwaite de 1100 mm y una temperatura media anual de 21,6°C, con un período libre de heladas de 340 a 360 días. La región se clasifica como un clima mesotermal, cálido templado, sin estación seca, con precipitaciones

máximas en otoño y veranos muy cálidos (media superior a los 18°C). Por sus características, según Copen corresponde a Climas Templados Húmedos (De Fina y Ravelo, 1985).

Establecimiento del cultivo y Labores culturales

Se realizó el 26 de septiembre de 2016 en condiciones de campo natural sin labranza a un distanciamiento de 2 m por 2 m en una distribución de tres bolillos (densidad de plantación: 2906 plantas Ha⁻¹) (Figura 2).

Se colocó una planta con cuatro hojas verdaderas (altura aproximada 20 cm) por hoyo de plantación donde en cada uno y previo al transplante, se colocaron 2 Kg de estiércol para favorecer el enraizamiento de los plantines.

Según Díaz (2002) un árbol en producción requiere 38 litros diarios de agua, para satisfacer esa demanda, el lote contaba con un sistema de riego por goteo a baja presión por medio de cintas con emisores insertos con un caudal teórico de 2 L hora⁻¹ como complemento a las precipitaciones.

El control de malezas se inició previo a la plantación con la aplicación de un herbicida total, glifosato (solución al 2 %) las prácticas de control de malezas continuaron con aplicaciones en bandas dirigidas y con carpida manual a vuelo de copa (Figura 2).



Figura 2. Lote experimental de mamón (*Carica papaya* L. del cv Tainung 1). Distribución de las plantas y manejo de malezas.

La fertilización de las plantas se realizó en forma homogénea siguiendo plan nutricional respetando la relación 1N: 0,4P₂O₅: 1K₂O (Comunicación personal Ing. Agr. Rodriguez). Para suplir los requerimientos de la planta se partió de una fertilización de base con estiércol a razón de 2 kg por planta y acompañado del fertilizante 15:6:15:6. La aplicación de este último se realizó a vuelo de copa (Figura 3), en la dosis calculada para cada momento; las plantas fueron desmalezadas previamente a la aplicación del fertilizante a fin de obtener un mejor aprovechamiento del mismo.

El fertilizante 15-6-15-6 se aplicó a razón de 352 g planta⁻¹ ciclo⁻¹, se realizaron en siete momentos de acuerdo a las necesidades del cultivo según el momento fenológico en la plantación. Del total aplicado un 30% se colocó durante la etapa vegetativa, en tres momentos a fin de evitar excesos de sales y el 70% restante en la etapa de floración y fructificación que es el momento de mayor demanda, ya que el mamón requiere nutrientes fácilmente disponibles todo el tiempo para garantizar un buen crecimiento y altos rendimientos en fruta (Samson, 1991).



Figura 3. Aplicación de fertilizante químico a vuelo de copa.

Desde el punto de vista sanitario se realizaron aplicaciones preventivas y curativas de Benomyl (solución al 1,5%), Captam (solución al 3%), Carbendazim (solución al 1,5%) y Oxicloruro de Cu (solución al 3%) (Figura 4-A) alternándolos cada 30 días para el control de *Asperisporidium caricae* el cual fue el principal problema fúngico foliar que presentó el lote en las condiciones del ensayo.

Otra labor cultural realizada fue el deshoje que de acuerdo con Díaz (2002) se realiza para eliminar de la plantación las hojas secas (senescencia) y así evitar daños a la fruta por raspaduras; además, para evitar que se alojen plagas y enfermedades y que no

interfieran con el crecimiento de los frutos. Se llevó a cabo el deshojado manual para eliminar del lote fuentes de inóculo (Figura 4-B).

Preventivamente, en épocas de altas precipitaciones (diciembre 2016) se aplicó fosfito de K 2% para control de *Phytophthora sp.*, que es una de las enfermedades más frecuentes en el cultivo de mamón, pero que no se detectó en el ensayo.



Figura 4. Aplicación foliar de funguicidas (A), práctica del deshojado para eliminar fuentes de inoculo (B).

Material vegetal y tratamientos:

El ensayo se realizó en plantas de mamón *Carica papaya* L. del cv Tainung 1. Se trasplantaron plantines de 2 meses de edad y las evaluaciones se realizaron a campo hasta los 11 meses desde la plantación.

El cultivar Tainung perteneciente al grupo Formosa, se caracteriza por alcanzar los 2 m de altura aproximadamente y una altura de corte de 55 a 60 cm (altura de inserción del primer fruto). Presenta un tronco recto y cilíndrico con un diámetro entre 20 y 30 cm. Sus frutas hermafroditas (alargados) presentan pulpa de color naranja al madurar con un peso entre 1,1 y 2,2 Kg y una dulzura de 12,5° Brix en promedio (Arroyave, 2017).

El tiempo a cosecha en zonas tropicales es de 6 a 7 meses después de trasplante, pudiéndose realizar durante 7 meses. Bajo condiciones estándar de producción puede alcanzar 120 toneladas aproximadamente por hectárea.

El diseño experimental fue completamente al azar, la unidad experimental consistió en una planta con 7 plantas por tratamiento.

Con el objetivo de evaluar el efecto del formulado comercial a base de 9% de B + 0.008 % de Mo (Sugar Mover ® Stoller) se aplicaron los siguientes tratamientos:

1) Sin aplicación Sugar Mover ® Stoller (S)

2) Con aplicación Sugar Mover ® Stoller (C)

La aplicación del producto se realizó a partir de 60 días del inicio la floración y cada 15 días, pulverizando toda la planta con la solución preparada al 2 % segúnd marbete. Las aplicaciones se realizaron con mochila manual y para lograr mojar a toda la planta, el volumen de la aplicación fue aumentando con el tamaño de la misma; 5, 10, hasta 15 litros planta⁻¹ parcela⁻¹ y siempre respetando la dosis establecida (Figura 5).



Figura 5. Aplicación del formulado comercial Sugar Mover ® con mochila manual en plantas de *Carica papaya L.* para evaluar la respuesta a bajas temperaturas, lote ubicado en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias UNNE.

Variables evaluadas

Para analizar la evolución de las plantas se realizaron mediciones de crecimiento y desarrollo. Se examinaron el total de plantas por tratamiento y en las mismas se determinó:

- a. **Altura de planta** en centímetros: esta medida se tomó desde la base del tallo hasta el ápice.
- b. **Número de hojas**: se contaron todas las hojas de aspecto vital, no contabilizando aquellas cloróticas en proceso de senescencia avanzado.
- c. **Diámetro de tronco** en cm: con calibre se midió el diámetro de tallo a 10 cm del suelo (Figura 5).



Figura 5. Medición del diámetro de tronco de la planta a 10 cm del suelo.

- d. **Número de flores**: Se identificaron con pintura azul (Figura 6) todas las flores de cada planta y se contabilizaron separadamente en diferenciadas, abiertas y caídas.



Figura 6. Recuento e Identificación de flores.

- e. **Números de frutos:** se contabilizó la totalidad de frutos por planta, incluyendo deformes.
- f. **Crecimiento de frutos:** se marcaron tres frutos por planta (Figura 7) y se realizó el seguimiento del diámetro mayor y la longitud en centímetros.



Figura 7.: Medición del crecimiento de los frutos.

- g. **Evaluación de calidad de frutos:**
 - 1. Peso (g): peso individual de los frutos.,
 - 2. Biometría del fruto: longitud y diámetro de cada fruto , relación de la pulpa y cavidad ovárica la con calibre

3. Volumen de los frutos (cm³): volumen de agua desplazada por el fruto en un recipiente graduado.
 4. Firmeza de la pulpa: como la resistencia que opone el fruto a ser penetrado por una sonda de 11mm (Kg fuerza).
 5. Grados Brix: con brixómetro manual
- h. **Rendimiento:** Peso de fruto por planta (Kg). Estimación por Ha.
- i. **Registros meteorológicos:** Temperaturas diarias cada 10 minutos, precipitación y humedad relativa ambiente con estación meteorológica del Centro Tecnológico Productivo (CETEPRO) ubicado en Ruta Nacional 12 Km 1038 (a 500 m del lote del ensayo).

Los resultados fueron analizados estadísticamente utilizando test de T Student para muestras independientes como prueba univariada de cada una de las variables. Además se realizó un análisis exploratorio multivariado de todos las variables utilizando el programa Infostat 2012 (Di Rienzo *et al.*, 2012)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables evaluadas para cada tratamiento se presentan en tres grandes grupos, las que respectan a la fase vegetativa, las que refieren a la fase reproductiva y las asociadas a la fenología del cultivo.

Variables vegetativas

Las variables vegetativas se midieron para ambos tratamientos durante todo el ciclo productivo. Todas las plantas recibieron el mismo manejo de fertilización y control enfermedades y malezas, a partir del 7 de marzo se iniciaron con las aplicaciones de Sugar Mover ®.

La aplicación de Sugar Mover ® no presentó diferencias significativas (p valor = 0,05) en la altura de plantas (Figura 8). Llegando a una altura máxima promedio del lote de 1,68 m, un 40% menos que el potencial esperado para la variedad. Esta variable prácticamente detuvo su crecimiento a partir de abril, época del año en el cual se empezaron a registrarse menores temperaturas medias mensuales, acordes a la estación del año (Tabla 2).

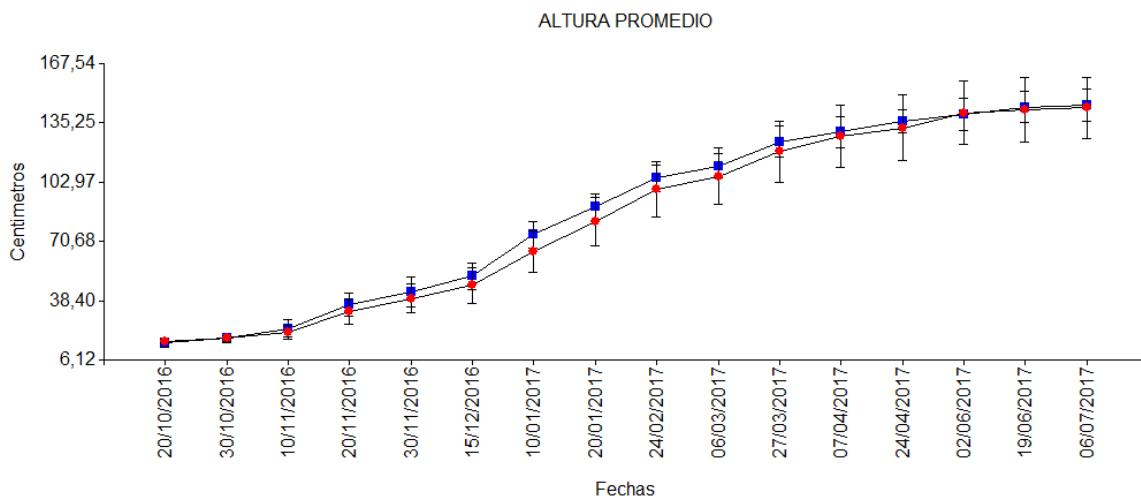


Figura 8. Variación de la altura para ambos tratamientos. Con Sugar Mover ® (Azul) y sin Sugar Mover ® (Rojo).

En cuanto al diámetro de tallo no se presentaron diferencias significativas (p valor = 0,05; Figura 9). Siendo el máximo diámetro promedio medido de 9,05 cm, un 30% menos que el potencial esperado por la variedad.

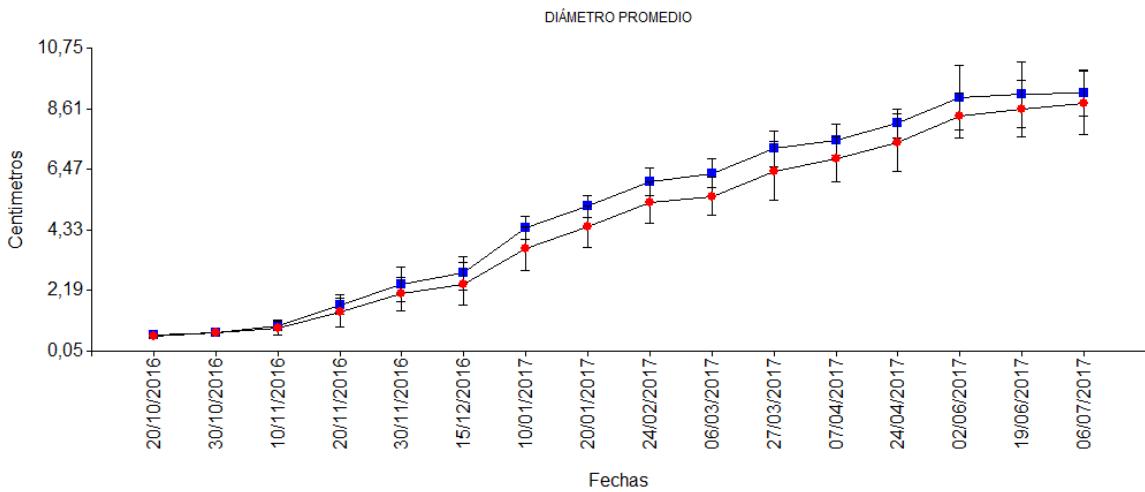


Figura 9. Variación del diámetro medido a los 5 cm para ambos tratamientos. Con Sugar Mover® (Azul) y sin Sugar Mover® (Rojo).

El recuento de las hojas se inició en el mes de febrero, incluyendo a aquellas que se encontraban con buen aspecto y discriminando a las cloróticas. No se presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos. Entre los meses de junio y julio se apreció una pérdida de hojas, la causa del mismo se debió al avance de *Asperispodium caricae*. La semana del 17 de julio, se registraron heladas agrometeorológicas y meteorológicas, las cuales afectaron a la mayoría de las hojas e incluso el meristema apical. En la figura 10 observamos el comportamiento de las hojas a lo largo del ciclo productivo.

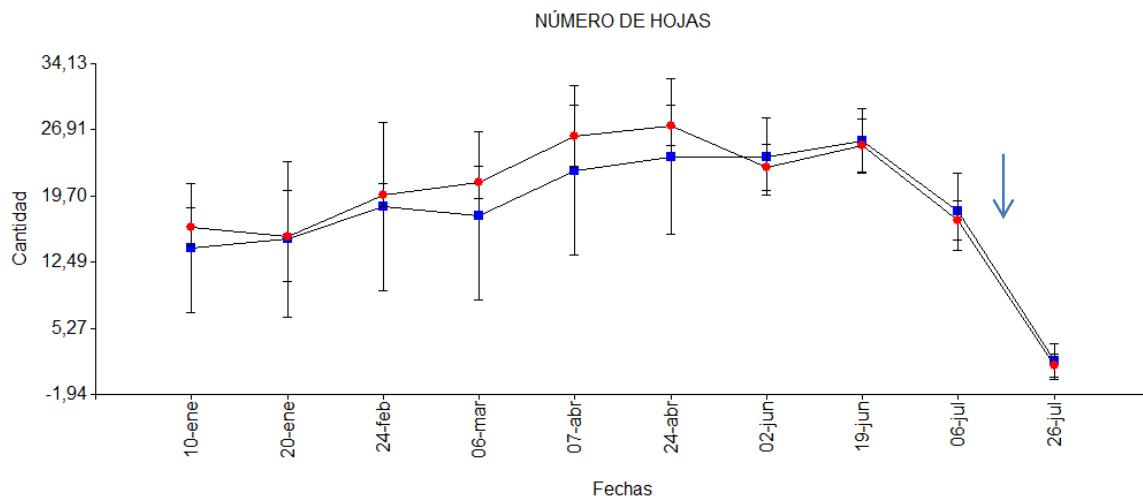


Figura 10. Número de hojas para ambos tratamientos. Con Sugar Mover ® (Azul) y sin Sugar Mover ® (Rojo). La flecha indica helada de -1°C durante 4 horas, el día 18 de julio del 2017.

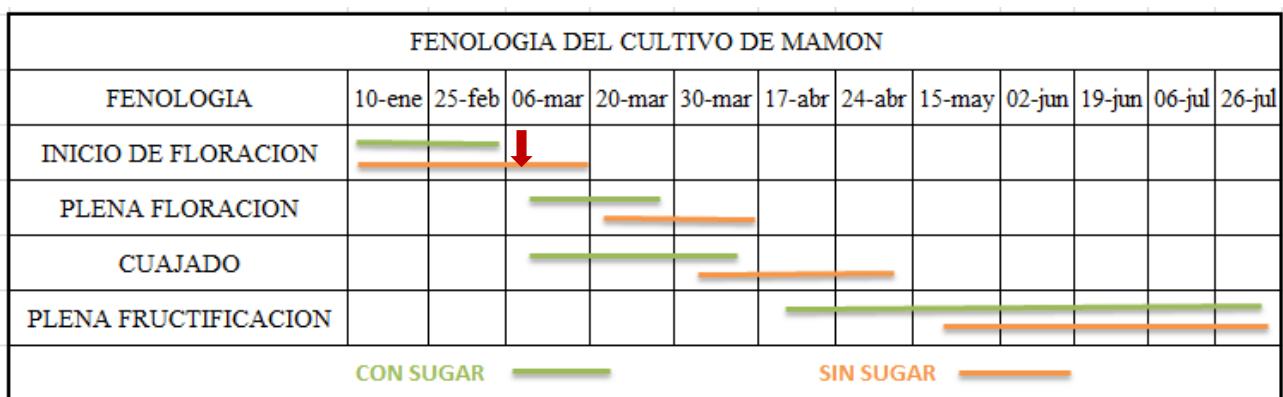
Las variables evaluadas de desarrollo vegetativo para este cultivar en zonas subtropicales difirió de lo citado por Alonso (2009) para el cultivar *Tainung 1* quien establece que el mismo puede llegar en buenas condiciones edafoclimáticas a una altura aproximada entre 2,81 – 2,84 m, presentar un diámetro promedio de 13 cm y entre 91 - 86 hojas en todo el ciclo, sin embargo esta información es proveniente de zonas tropicales con ambientes más propicios para el desarrollo de esta especie.

Registro fenológico

Los registros fenológicos comenzaron a tomarse en el momento que se visualizaron los primeros pimpollos (inicio de floración) y hasta el 15 de agosto, en la segunda semana del mes de julio se registraron heladas agrometeorológicas y meteorológicas, lo cual dieron por finalizado el ensayo e inicio de la recolección de los frutos. Se consideró inicio de fase cuando el 50% de los individuos se encontraban en dicho momento fenológico y definimos fase plena cuando todos los individuos de la población se encontraban en dicho estadio. De acuerdo con García et al. (2008) quienes cuantificaron las unidades de calor para los distintos estadios fenológicos, el mamón requiere entre 272 UC a 350 UC en la etapa que va de emergencia de la flor a antesis y para llegar a cosecha las plantas necesitan 2800 UC.

La etapa vegetativa del mamón en el campo experimental presentó un periodo de 120 días, la primera aplicación del producto Sugar Mover ®, se realizó el día 7 de marzo del 2017 aproximadamente a los 60 días después del inicio de floración. Las plantas tratadas se adelantaron a partir de los estadios fenológicos de plena floración respecto a las no tratadas en 24 y 28 días en cuajado y plena fructificación respectivamente (Tabla 1). El mamón, presenta una etapa vegetativa que va desde la emergencia de la plántula hasta los 75 a 90 días posteriores. Esto depende de la variedad y zona de cultivo. Cercano a los ocho meses de implantado el cultivo se inicia la etapa de floración, allí se inicia la cosecha en forma continua hasta los 18-20 meses sin interrupción de la floración mientras las condiciones climáticas lo permitan (Arias et al, 2011).

Tabla 1. Seguimiento fenológico del cultivo de “Mamón” *Carica papaya* L. del cv Tainung 1, con y sin aplicación de Sugar Mover (flecha indica inicio de la aplicación de los tratamientos).



El rango óptimo de temperatura para que el mamón tenga un buen desarrollo es de 24-26°C con mínimas medias anuales superiores a 18°C. Por debajo de esta temperatura, las plantas retardan su crecimiento y reducen la capacidad de floración y fructificación; además, los frutos retrasan la maduración y se reduce el contenido de azúcares (Bhattarai et al., 2004). Las precipitaciones recomendadas para el mamón están en el orden de los 1200-2000 mm anuales, bien distribuidos durante todo el año (Alonso et al., 2008). Como puede observarse en la Tabla 2, alrededor de 1600 mm precipitaron a lo largo de los 11 meses del cultivo a campo, es decir que no se presentó inconveniente en cuanto al abastecimiento de agua.

Tabla 2. Datos de humedad relativa, precipitaciones y temperaturas medias, medias mínimas y medias máximas, registradas por mes durante el ciclo productivo del cultivo *Carica papaya* L. del cv Tainung 1.

| MESES | TEMPERATURA MEDIA MIN (°C) | TEMPERATURA MEDIA MENSUAL (°C) | TEMPERATURA MEDIA MAX (°C) | HR (%) | PP (mm) |
|---------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------|---------|
| sep-16 | 12,15 | 18,12 | 24,41 | 88,58 | 14,8 |
| oct-16 | 16,53 | 21,46 | 27,03 | 21,46 | 242,2 |
| nov-16 | 16,8 | 23,64 | 29,44 | 88,73 | 105,4 |
| dic-16 | 21,32 | 26,23 | 31,65 | 95,02 | 284,6 |
| ene-17 | 23,2 | 27,56 | 33,58 | 92,28 | 191 |
| feb-17 | 22,54 | 26,47 | 32,9 | 92,08 | 64 |
| mar-17 | 16,25 | 23,78 | 30,31 | 59,15 | 137,6 |
| abr-17 | 17,42 | 21,09 | 25,28 | 97,84 | 284,2 |
| may-17 | 16,14 | 18,41 | 23,38 | 97,75 | 136 |
| jun-17 | 13,44 | 15,2 | 17,6 | 98,5 | 69,8 |
| jul-17 | 12,4 | 18,52 | 25,47 | 74,93 | 15 |
| ago-17 | 12,71 | 18,2 | 24,24 | 79,31 | 59,4 |

Variables reproductivas

Las variables reproductivas de crecimiento y desarrollo de los frutos se comenzaron a medir cuando se visualizaron los primeros frutos fijados (al detectarse crecimiento de los mismos).

En la figura 12, se puede observar la variación de la cantidad de frutos totales promedios a lo largo del tiempo para ambos tratamientos.

Las plantas sin tratamiento manifestaron menor cantidad de frutos a diferencia de aquellas que fueron pulverizadas con Sugar Mover® (Figura 12). Estos resultados pueden atribuirse a que las plantas con el producto tuvieron mayores posibilidades de fecundación y posterior cuaje, ya que según Lewis (1980) y Majewska-Sawka y Nothnagel (2000), la alta concentración de Boro asegura una buena germinación del polen y ayuda a la formación del tubo polínica tanto en el estilo como el estigma, y de esa forma entraron antes en fructificación (Tabla 1) por lo que el periodo de crecimiento fue más largo y en

meses de mayores temperatura que las no tratadas. La cantidad de frutos para ambos casos disminuyó como era de esperar posterior al efecto de la helada de julio.

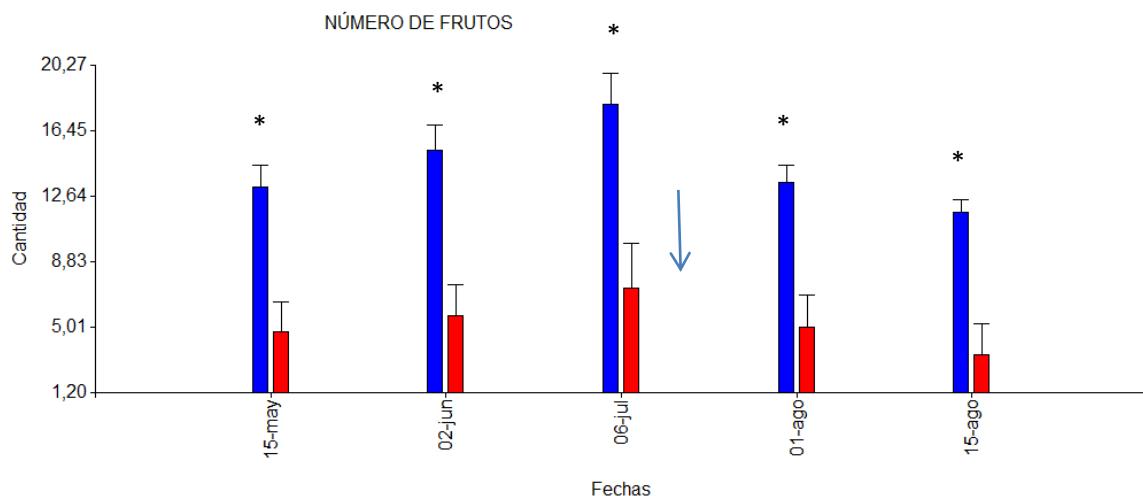


Figura 12. Variación de la cantidad de frutos para ambos tratamientos. Con Sugar Mover ® (Azul) y sin Sugar Mover ® (Rojo). La flecha indica helada de -1°C durante 4 horas, el día 18 de julio del 2017.* indica diferencias según prueba estadística T Student, (p-valor $\leq 0,05$).

En el ensayo se observó un peso medio máximo de 1036 g, la mayor longitud fue de 20,25 cm y un diámetro de 10,9 cm. Estos valores fueron diferentes a lo que menciona Alonso (2009), quien dice que en condiciones óptimas los frutos de *Tainung 1* pueden alcanzar un peso de 1,4 – 1,6 Kg, llegar a un largo entre 37 – 39 cm y hasta aproximadamente un diámetro mayor de 32 cm.

Para el análisis de las variables físico-químicas los frutos se dividieron por estratos según edades. Las variables físicas de calidad de frutos cuantificadas al momento de la cosecha se presentan en la Tabla 3. Las variables químicas en todos los casos se encontraron fuera de escala debido a que los frutos estaban inmaduros al final del ensayo, sin presentar modificaciones en el contenido de azúcares ni en la firmeza de la pulpa. Frutos de igual edad no presentaron diferencias significativas entre ambos tratamientos en las variables físico-químicas.

Tabla 3. Características físicas de los frutos cosechados. Los datos se presentan como promedio \pm desvío estándar.

| EDAD | TRATAMIENTO | LARGO (cm) | DIAMETRO (cm) | PESO (g) | VOLUMEN (cc) | CAVIDAD OVARICA |
|----------------|-------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------|-----------------|
| 60-120 | C | 15,97 \pm 4,5 | 8,03 \pm 2,47 | 540,33 \pm 414 | 725 \pm 663,7 | 0,51 \pm 0,3 |
| | S | 15,92 \pm 4,2 | 9,2 \pm 1,9 | 587,1 \pm 375 | 915 \pm 699 | 0,45 \pm 0,15 |
| 120-140 | C | 18,73 \pm 4,1 | 10,23 \pm 2,7 | 858,1 \pm 424 | 1237,5 \pm 731,5 | 0,61 \pm 0,31 |
| | S | 17,3 \pm 4,4 | 9,83 \pm 1,9 | 761,17 \pm 354 | 1154,17 \pm 653 | 0,45 \pm 0,17 |
| 140-160 | C | 19,22 \pm 4,2 | 10,4 \pm 2,6 | 865,1 \pm 402 | 1285 \pm 688 | 0,57 \pm 0,32 |
| | S | 20,25 \pm 3,5 | 10,9 \pm 1,7 | 1036 \pm 333 | 1562,5 \pm 614 | 0,49 \pm 0,12 |

Los rendimientos en toneladas de fruta por hectárea se estimaron a partir de la cantidad de frutos por planta y el peso promedio para ambos tratamientos. Teniendo en cuenta el marco de plantación utilizado, las plantas con Sugar Mover ® obtuvieron 10,9 Tn Ha⁻¹, en cuanto a las plantas testigo su rinde alcanzo las 9 Tn Ha⁻¹, valores muy por debajo de lo esperado para la variedad en zonas tropicales (Arroyave, 2017).

El desarrollo de frutos se vio afectado por las bajas temperaturas, principalmente en los meses de mayo y junio (Tabla 2) lo cual incidió muy fuertemente independientemente de los tratamientos en la productividad del lote. Y si bien hay antecedentes del efecto del B en relación a las bajas temperaturas los resultados de este ensayo no expresan este rol.

CONCLUSIÓN

Se podría concluir que la utilización de Sugar Mover ® presenta ciertos beneficios en cuanto al rendimiento y la posibilidad de obtener primicia en el mercado. Sin embargo, no se observaron diferencias en tolerancia a las bajas temperaturas. Es así que todas las plantas del lote de ensayo fueron afectadas por las heladas.

Respecto a los parámetros físico-químicos analizados post-cosecha, no se encontraron diferencias, serían necesarias evaluaciones en estadios más avanzados de la maduración de los frutos para analizar el efecto del producto en estas variables.

BIBLIOGRAFIA:

- Alonso, M.; Tornet, Y.; Ramos, R.; Farrés, E.; Castro, J.; Rodríguez, M.C. (2008) Evaluación de tres cultivares de papaya del grupo Solo basada en caracteres de crecimiento y productividad. *Cultivos Tropicales* 29 (2): 59-64.
- Alonso, M.; Tornet, Y.; Ramos, R.; Farrés, E.; Castro, J.; Rodríguez, M.C. (2009) Evaluación de dos híbridos de papaya introducidos en Cuba. *Agronomía Costarricense* 33(2): 267-274.
- Arias, A. B.; Newcomer, E. M.; Rojas, G. U.; Quiroz, C. L. L. (2011.) Guía para la producción de la papaya en Costa Rica.
- Semillas Arroyave (2017) Papaya Tainung N° 1 Hib. Recuperado de: <http://www.semillasarroyave.com/producto/papaya-tainung-hib/>
- Bhattarai, K. R.; Vetaas, O. R. y Grytnes, J. A. (2004). Fern species richness along a central Himalayan elevational gradient, Nepal. *J. Biogeogr* 31: 389-400.
- Brown, P.H. and Hu, H. (1996). Phloem mobility of boron in species dependent: evidence for phloem mobility in sorbitol-rich species. *Ann. Bot.*, 77(5): 497-505.
- Brown, P. H. and Hu, H. (1998). Boron mobility and consequent management in different crops. *Better Crops* 82 (2): 28-31.
- Brown, P. H.; Bellaloui, N.; Wimmer, M. A.; Bassil, E. S.; Ruiz, J.; Hu, H.; Pfeffer, H.; Dannel, F. and Römhild, V. (2002) Boron in plant biology. *Plant Biol.* 4 (2): 205–223.
- Campostrini, E.; Glenn; D.M. (2007) Ecophysiology of papaya: a review. *Braz. J. Plant Physiol.*, 19(4):413-424.
- Chaar, J.E. (2013) Resistencia a heladas en plantas frutales. *Avances en Investigación Agropecuaria*: 17(3): 109-121.
- De Fina, A.L. y Ravelo, A.C. (1985) *Climatología y Fenología Agrícolas*. 4º Ed. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina. 354 pp.

- Di Rienzo, J.A.; Casanoves, F.; Balzarini, M.G.; González, L.; Tablada, M.; Robledo, C.W. (2012) InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Dordas, C.; Brown, P. H.; (2000) Permeability of boric acid across lipid bilayers and factors affecting it. *J. Membr. Biol.* 175 (2): 95–105.
- Escobar, E.H; Ligier, D.; Melgar, R.; Matteio, H.; Vallejos, O. (1994) Mapa de Suelo de los Departamentos Capital, San Cosme e Itatí, de la Provincia de Corrientes. INTA – CFI - ICA 125 p
- FAOSTAT (2016) <http://www.faostat.org/>
- Galán-Saúco, V.G.; Rodríguez-Pastor, M.C.R. (2007) Greenhouse cultivation of papaya. *Acta Hort.* 740:191- 195.
- Gallino, J. P.; Fernández, M.; Tapias, R.; Alcuña, M. M.; Cañas, I. (2007). Aclimatación al frío en diferentes clones de *Eucalyptus globulus* Labill durante el régimen natural de endurecimiento. *Bol. Inf. CIDEU* 4:77-83
- Garcia, E. V.; Avendaño, E. E. R.; Flores, R. A. (2008). Fenología y unidades calor de fenotipos de papayo en el sur de Tamaulipas, Mexico. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 31 (3): 45-48.
- Hu, H. and Brown, P. (1997). Absorption of boron by plant roots. *Plant Soil* 193 (1-2): 49-58.
- Huang, L. B.; Ye, Z. Q.; Bell R. W.; Dell, B. (2005) Boron nutrition and chilling tolerance of warm climate crop species. *Ann. Bot.* 96 (5) 755–767.
- Hugly, S.; McCourt, P.; Browse, J.; Patterson, G. W.; Somerville, C. (1990) A chilling sensitive mutant of *Arabidopsis* with altered steryl-ester metabolism. *Plant Physiol.* 93 (3): 1053–1062.
- Jiménez Díaz, J. (2002) Manual práctico para el cultivo de la papaya hawaiana. Guacimo, Limón, Costa Rica: EARTH.

- Knight, R.J. (1980) Origin and world importance of tropical and subtropical fruit crops. In: Nagy S, Shaw PE (Eds.), Tropical and Subtropical Fruits: Composition, Properties and Uses. Pp.1-120. AVI Publishing, Westport.
- Lewis, D.H. (1980). Are there any inter-relations between the metabolic role of boron, synthesis of phenolic phytoalexins and the germination of pollen?. *New Phytol.* 84:261-270.
- Malavé Acuña, A. C.; Carrero Molina, P. E. (2007). Desempeño funcional del boro en las plantas Desempeño funcional del boro en las plantas *Revista UDO Agrícola* 7 (1): 1-14.
- Majewska Sawka, A. and E. A. Nothnagel. (2000). The multiple roles of arabinogalactan proteins in plant development. *Plant Physiol.* 122 (1): 3–9.
- Ogden, M.A.H.; Jackson, L.K.; Campbell, C.W. (1981) Florida tropical fruit culture via master gardener. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*: 94: 222-225.
- Parra, P.A. (2012) Papaya o Mamón (*Carica papaya L.*) en Argentina. Panorama de la Cadena Agroindustrial Secretaría de Desarrollo Rural y Agricultura Familiar Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, Argentina. 6 pp.
- Samson, J.A. (1991) Papaya en Fruticultura Tropical. J.A. Samson (Eds.) Ed. Limusa Cap. 10: 305-319 – 396 pp.
- Stoller (2017) Boletín técnico Sugar Mover ®. Recuperado de: <http://www.dunemexicali.com.mx/archivos/FERTILIZANTES/CONVENCIONALES/LIQUIDOS/STOLLER/SUGAR%20MOVER/SUGAR%20MOVER%20HT.pdf>
- Queiroz, C. G. S.; Alonso, A.; Mares Guia, M.; Magalhaes, A. C. (1998) Chilling-induced changes in membrane fluidity and antioxidant enzyme activities in *Coffea arabica L.* roots. *Biol. Plant.* 41 (3): 403–413.

- Ye, Z. Q.; Bell, R. W.; Dell, B; Huang, L. B. (2000) Response of sunflower to boron supply at low root zone temperature. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 31 (11-14): 2379–2392.
- Ye, Z. Q.; L. B. Huang, R. W. Bell and B. Dell. 2003. Low root zone temperature favours shoot B partitioning into young leaves of oilseed rape (*Brassica napus*). *Physiol. Plant.* 118 (2): 213–220.