

**Desarrollo de una guía para producir semilla  
híbrida de sandía (*Citrullus lanatus* L.)**

**Alejandro Batres Antillón**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2015

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

# **Desarrollo de una guía para producir semilla híbrida de sandía (*Citrullus lanatus* L.)**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Alejandro Batres Antillón**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2015

# Desarrollo de una guía para producir semilla híbrida de sandía (*Citrullus lanatus* L.)

Presentado por:

Alejandro Batres Antillón

Aprobado:

---

Dennis Ramírez, Ph.D.  
Asesor principal

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Director  
Departamento de Ciencia  
y Producción Agropecuaria

---

Alejandra Sierra, M.Sc.  
Asesor

---

Raúl Zelaya, Ph.D.  
Decano Académico

---

Ing. Ulises Barahona  
Asesor

## **Desarrollo de una guía para producir semilla híbrida de sandía (*Citrullus lanatus* L.)**

**Alejandro Batres Antillón**

**Resumen.** En 1970 se comenzó la producción de semillas híbridas diploides a gran escala. Un híbrido logra aprovechar las características de las especies combinadas con el fin de perpetuar los mejores rasgos y obtener un comportamiento superior a las plantas nativas. La falta de conocimientos, metodologías y parámetros para la producción comercial de semillas híbridas, son las principales razones que lo limitan. Uno de los procesos más complicados es la emasculación a mano (eliminación de estambres) la cual se da en la etapa de polinización dirigida que es el método más común para la producción de semillas híbridas en cucurbitáceas. En las plantas monoicas, la emasculación se da en los botones florales del progenitor femenino. El proyecto se basa en el desarrollo de procedimientos y métodos para la producción de semilla híbrida en la EAP Zamorano en Honduras. Se pretende ayudar a los agricultores proporcionando una guía detallada que ilustre las operaciones en cada una de las etapas del cultivo. Para ello se facilitara de una forma dinámica y productiva, fotografías, con el objetivo de reforzar la parte teórica logrando así un mejor entendimiento acerca de las actividades a desarrollar desde la siembra hasta la cosecha, así como también ganar experiencia de campo para una correcta producción.

**Palabras clave:** Bonta, Flor hembra, Flor macho, Mickey Lee.

**Abstract.** In 1970 the big scale production of diploid hybrid seed began. Hybrids benefit combined species characteristics in order to perpetuate the best features and get better performance than native plants. The main reason that limits hybrid seed usage is the lack of knowledge, methodologies and parameters for its commercial production. One of the most complicated processes is the hand emasculation (removing stamens) which occurs in the directed pollination stage that is the most common method for producing hybrid seeds on cucurbits at EAP Zamorano in Honduras. In monoecious plants, emasculation occurs in the flower buds of the female parent. The project is based on the development of procedures and methods for the production of hybrid seed. It is intended to help farmers by providing them a detailed guide that illustrates the techniques in each of the stages of cultivation. To achieve this in a dynamic and productive way, photographs will be shown in order to reinforce the theoretical part. This helps understand better the activities needed to be done from seed to harvest, as well as encouraging experience in the field for a better production.

**Key words:** Bonta, Female flower, Male flower, Mickey Lee.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de Cuadros, Figuras y Anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>5</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>4. CONCLUSIONES.....</b>	<b>28</b>
<b>5. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>29</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>30</b>
<b>7. ANEXOS.....</b>	<b>32</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros	Página
1. Análisis químico del sustrato .....	12
2. Resultados del Análisis de agua, tomado en la laguna de Zona 2, de la EAP Zamorano, Honduras.....	15
3. Fertilizantes a utilizar para cada etapa del cultivo de sandía en un sistema hidropónico. ....	16
4. Resultados de Análisis foliar de la variedad Bonta. ....	17
5. Totalidad de botones desarrollados y abortados en las variedades de sandía Mickey Lee y Bonta. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.....	21
6. Registro de botones hembra polinizados en el cultivo de sandía.....	21
7. Análisis de concentración de grados brix en frutos de sandía en las variedades Mickey Lee y Bonta para la producción de semilla en el Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras. ....	26
Figuras	Página
1. Temperatura promedio en Escuela Agrícola Panamericana mayo – septiembre 2015. ....	5
2. Humedad relativa promedio en Escuela Agrícola Panamericana mayo – septiembre 2015.....	5
3. Producción de plántulas para el cultivo de sandía. <b>A)</b> Lavado de bandejas <b>B)</b> riego del sustrato <b>C)</b> Llenado de bandejas <b>D)</b> Siembra <b>E)</b> Tapado de semilla <b>F)</b> Bandejas dentro del invernadero, en la Unidad de Propagación EAP Zamorano, Honduras. ....	9
4. Preparación del macro túnel para la siembra del cultivo de sandía. <b>A)</b> Ubicación del macro tunel <b>B)</b> Cabina de ingreso <b>C)</b> Desinfección del área de trasplante con cal <b>D)</b> Lavado de manguera principal de riego <b>E)</b> Desmalezado y adecuacion del surco <b>F)</b> Limpieza de goteros flecha y autocompensados <b>G)</b> Lavado de mangueras distribuidoras <b>H)</b> Colocación de plástico transparente <b>I)</b> Colocación de plástico plateado-negro <b>J)</b> Colocación de manguera principal encima del surco. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.....	10
5. Preparación de sustrato y llenado de bolsas para el cultivo de sandía. <b>A)</b> Llenado de sustrato hasta los 33.3 cm de altura. <b>B)</b> Ingreso de las bolsas al invernadero para la colocación en el surco. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras....	11

6. Acondicionamiento de bolsas y trasplante para el cultivo de sandía. <b>A)</b> Colocación de bolsas en el surco. <b>B)</b> Rellenar las bolsas que requieran más sustrato y realizar el ahoyado <b>C)</b> Colocación de mangueras y goteros en cada bolsa <b>D)</b> Selección de plántulas vigorosas con raíces sanas <b>E)</b> Colocación de dos plántulas por bolsa <b>F)</b> Humedecer las plántulas después del trasplante. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.....	12
7. Desinfección de cabuyas con hipoclorito de calcio al 60%, para el cultivo de sandía. ....	13
8. Tutorado de plántulas de cultivo de sandía. <b>A)</b> Desinfección de manos <b>B)</b> Colocación de una cabuya <b>C)</b> Enguiado de plantas. <b>D)</b> Revisar que las cabuyas estén colocadas correctamente. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.....	14
9. Podas recomendadas en el cultivo de sandía. <b>A)</b> Hacer podas de brotes secundarios del tallo principal periódicamente. <b>B)</b> Enguiado continuo de la planta. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.....	14
10. Toma de muestras foliares de la hoja #5 a los 2 meses, en el cultivo de sandía para la producción de semilla. . Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras..	17
11. Pasos para la polinización para la obtención de semillas en el cultivo de sandía <b>A)</b> Identificar botón hembra <b>B)</b> Recolectar flores machos <b>C)</b> Polinización manual <b>D)</b> Colocado de cinta en el pedúnculo del botón.....	18
12. Polinización del botón de sandía para la producción de semilla. <b>A)</b> Botón listo para ser emasculado <b>B)</b> Polinizado de botón.....	19
13. Desarrollo de botones polinizados y frutos del cultivo de sandía. <b>A)</b> Identificación de botones a polinizar <b>B)</b> Polinización <b>C)</b> Frutos Bonta en desarrollo <b>D)</b> Fruto Bonta deforme <b>E)</b> Ejemplos de frutos macho no deseado <b>F)</b> Aborto de un fruto hembra <b>G)</b> Fruto hembra <b>H)</b> Fruto sano y con buena forma.....	19
14. Colocación de mallas para el soporte del fruto de sandía para la producción de sandía. <b>A)</b> Enmallado <b>B)</b> El enmallado sujeto al alambre por medio de cabuya. <b>C)</b> Enmallado de frutos. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.....	20
15. Frutos en desarrollo de sandía para la producción de semilla. <b>A)</b> Frutos macho. <b>B)</b> Frutos hembra. <b>C)</b> Plantas de ambas variedades con fruto formado. <b>D)</b> Fruto sano y creciendo. <b>E)</b> Fruto hembra con extremo deforme. <b>F)</b> Fruto hembra óptimo.....	20
16. Cosecha de frutos de sandía, para la producción de semilla. <b>A)</b> Verificación de zarcillo seco <b>B)</b> Punto de corte del pedúnculo <b>C)</b> Fruto no apto para la extracción de semilla. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.....	22
17. Manejo de frutos cosechados de sandía para la producción de semilla. <b>A)</b> Frutos cosechados. <b>B)</b> Colocación de frutos en cajas plásticas para tener un mejor manejo. <b>C)</b> Pesado de frutos <b>D)</b> Comparación de tamaños entre las dos variedades. <b>E)</b> Totalidad de frutos obtenidos durante todo el proceso en sus embalajes plásticos. <b>F)</b> Pérdida (merma).....	23
18. Diferencia de la calidad de frutos de sandía para la producción de semilla. <b>A)</b> Frutos óptimos. <b>B)</b> Frutos deformes. <b>C)</b> Corte longitudinales de un fruto óptimo. <b>D)</b> Corte longitudinal de un fruto deforme. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras .....	24

19. Muestreo grados brix en frutos de sandía para la producción de semilla. <b>A)</b> Color rojo, arenoso en pulpa <b>B)</b> Fruto hembra <b>C)</b> Corte de la sandía longitudinal <b>D)</b> Parte izquierda <b>E)</b> Parte central <b>F)</b> Parte derecha <b>G)</b> Colocación del jugo del análisis <b>H)</b> Toma de lectura con refractómetro <b>I)</b> Lectura del refractómetro.....	25
20. Limpieza de semilla fermentada de sandía. <b>A)</b> Semilla hembra fermentada por un día. <b>B)</b> Semilla macho fermentada por un día. <b>C)</b> Tamizado de pulpa. <b>D)</b> Primera lavada. <b>E)</b> Segunda lavada. <b>F)</b> Tercera lavada. <b>G)</b> Cuarta lavada. <b>H)</b> Semilla lista para secar. ....	27

Anexos	Página
1. Plagas más comunes en la sandía. ....	32
2. Imágenes de las principales plagas que afectan a la sandía. ....	34
3. Enfermedades más comunes en la sandía. ....	36
4. Imágenes de las principales enfermedades de la sandía. ....	37

## 1. INTRODUCCIÓN

La producción de hortalizas ha tenido un gran auge a nivel mundial con el fin de cubrir las necesidades alimenticias y nutricionales para el desarrollo de los seres humanos. A través de la investigación se desarrollaron tecnologías y prácticas agrícolas que han ido mejorando los rendimientos y la rentabilidad de los cultivos (Hodson 2005).

De acuerdo a la FAO (2003) es necesario incrementar el consumo de hortalizas a nivel mundial ya que contienen una gran cantidad de vitaminas y minerales, que ayudan a cumplir varias funciones en el organismo, ya que la gran cantidad de fibra y nutrientes ayudan a reducir los niveles de colesterol.

Las semillas convencionales en la actualidad están siendo insuficientes para la demanda alimenticia de la población mundial, por ello la tendencia al uso de las semillas mejoradas (híbridas convencionales o híbridas transgénicas) está enfocado al mejoramiento del rendimiento y características de resistencia, que permiten suplir un 50% más de la demanda alimenticia gracias a sus características exponenciales en rendimiento.<sup>1</sup>

En 1970 se comenzó a producir semillas híbridas diploides a gran escala siendo los países que se han vuelto reproductores de estas semillas, Estados Unidos, Europa Occidental y Japón (Wehner y Barrett 1996). La producción de semilla híbrida está en manos de grandes empresas las cuales manejan la tecnología apropiada para la producción de semilla comercial. Esta tecnología puede ser difundida para capacitar a agricultores en el rubro de obtención de semilla híbrida. Es necesario validar esta tecnología en condiciones y ambientes diferentes, ampliando la posibilidad de que el productor pueda participar en esta operación utilizando métodos convencionales (Singh *et al.* 2004).

La falta de conocimientos, metodologías y parámetros para la producción comercial de semillas híbridas, son las principales razones por las que se limita la producción. Uno de los procesos más complicados es la emasculación a mano (eliminación de estambres). La polinización dirigida es el método más común para la producción de semillas híbridas en cucurbitáceas, en las plantas monoicas, la emasculación se da en los botones florales del progenitor femenino (Rajan y Markose 2007).

---

<sup>1</sup> Félix, C. 2015. Día de campo para la diferenciación de rendimientos de semillas híbridas con convencionales. Perú. Desmotadora La Colca S.A. Comunicación personal.

## **Antecedentes**

Al realizar la práctica para la producción de un híbrido se logran aprovechar las características de una especie para luego pasarlas a otra mediante una polinización dirigida, con el fin de perpetuar los mejores rasgos de una especie y obtener un comportamiento superior a las plantas nativas (Juárez s.f.).

Para la producción de semilla híbrida se requieren dos líneas puras de variedades parentales, en donde una de las dos variedades se caracterice por ser femenina y la otra masculina. Los parentales deberán ser producidos en ambientes separados y distanciados para certificar que fueron obtenidos con un grado de pureza genética garantizada (Peske 2011). Para la producción de variedades híbridas se debe generar una cruce de líneas puras no relacionadas. Esto va a permitir que en el cruzamiento de estos homocigóticos contengan las características de ambos parentales y se pueda obtener los genes esperados (Bayer Crop Science s.f.).

Allard (1970) plantea que la estructura floral de las cucurbitáceas permite la producción de grandes cantidades de semillas F1, entreplantando los dos tipos que se desean hibridar y suprimiendo las flores estaminadas de la línea elegida como progenitor femenino del híbrido. Sin embargo, existe la posibilidad de contaminación de polen por medio de insectos polinizadores. La importancia de la creación de híbridos con resistencia a enfermedades y mejoras en rendimientos es evidente y constituye un objetivo primordial de cualquier programa de mejora que se pretenda llevar a cabo en los próximos años.

Lozano y Schawartz (1981) señalan que desde hace algunos años el desarrollo de variedades resistentes ha sido reconocido en el Caribe como la alternativa de mejoras en rendimientos y un medio económico de control de enfermedades.

### **Experiencia Propia durante la Pasantía**

Las actividades que se desarrollan en las instalaciones de las empresas en las que se produce semillas híbridas, incluyen la construcción de una casa malla para cada campaña, la cual se desmantela al final de cada ciclo con el objetivo de eliminar el crecimiento de las plagas que puedan afectar la próxima siembra, sea del mismo cultivo o de cualquier otra especie. Con la misma finalidad de reducir el efecto de las plagas en el suelo se realizan las actividades de arado y subsolado en todos los lotes de producción. Posteriormente se fertiliza, luego se coloca plástico para solarizar el suelo y así erradicar cualquier nematodo que pueda afectar la siguiente producción.

Estas casas mallas son adecuadas con una altura de 4 m, cubiertas completamente por una tela antiviral de 50 mesh. Para producir semilla a campo abierto se necesita estar aislado de insectos y entre campos a una milla de distancia, para evitar cualquier tipo de contaminación cruzada (con cultivos de diferentes especies) involuntaria (Robinson 2008).

Meses antes que inicie la campaña de producción se planifican las labores a realizar ya que todo el trabajo que se realice debe llevar una trazabilidad que garantiza la gestión de calidad de las labores de cada día.

Con el objetivo de asegurar una mano de obra calificada, se le imparte a todo el personal una capacitación teórica y práctica en la cual se explican todos los procedimientos a seguir para que los empleados comprendan los diferentes aspectos del proceso de producción y desarrollen sus actividades de acuerdo al protocolo establecido por la empresa.

En cada cultivo las actividades de producción son diferentes debido a que los ciclos de producción o tipos de polinización no tienen un procedimiento específico. Se cuenta con personal capacitado para hacer la supervisión de control de calidad de estas actividades diferenciadas, cerciorándose que estas se hagan correctamente y siguiendo los procedimientos establecidos; al identificar una mala práctica en cualquiera de las labores de cultivo, deben colocar una nota de “no conformidad” en la que se establece que ese proceso se ha desarrollado mal.

El personal del área de sanidad se encarga de revisar que los invernaderos cuenten con una cabina de ingreso equipado de un pediluvio afuera y adentro, hoja de registro y la vestimenta para ingresar al invernadero. Estos también están encargados de inspeccionar que durante el ciclo del cultivo no haya la presencia de plagas.

La utilización de semillas híbridas, acompañada de un soporte técnico o integral, adecuado a los productores, tiene una relación directa con la productividad del sector agrícola de nuestros países y consiguientemente con el PIB (producto interno bruto). Es decir que los híbridos debido a la heterosis o nivel híbrido brindan la posibilidad de lograr una mejor productividad.

La importancia de elaborar una guía de producción de semilla híbrida, es que sirva para la enseñanza a futuros estudiantes y productores agrícolas, que deseen involucrarse en la obtención de semilla híbrida con el fin de obtener mejores resultados en la producción.

Dicho estudio está basado en la experiencia obtenida durante la pasantía en una empresa importante a nivel mundial dedicada a este rubro. Esta guía puede servir como un instrumento de orientación en clases y módulos de hortalizas.

La investigación pretende ayudar a los agricultores dándoles una guía del desarrollo de procedimientos y métodos para la producción de un híbrido que en este caso será la sandía.

Para ilustrar las operaciones de cada una de las etapas del cultivo se necesita de experiencia de campo. Esto se facilitará de una forma dinámica y proactiva, mediante fotografías, con el objetivo de reforzar la parte teórica, logrando así un mejor entendimiento acerca de las actividades a desarrollar desde la siembra hasta la cosecha.

Es un material que se puede utilizar para producir posteriormente en Zamorano, líneas de sandía nuevas o puras procedentes de diferentes lugares, así como también para el desarrollo de híbridos nuevos que un estudiante desee investigar y desarrollar o bien como base para futuras investigaciones sobre sandía.

Esta guía debe estar basada en una experiencia práctica, la cual permitirá hacer las adaptaciones, recomendaciones y correcciones aplicables en cada situación.

Los objetivos de este estudio fueron diseñar una guía y las buenas prácticas para la producción de semilla híbrida obtenida por el cruce de dos variedades de sandía, documentar la guía a través de fotos para que sirva como base para productores y estudiantes y elaborar una guía ilustrativa de producción de semilla híbrida de sandía con resultados obtenidos en las condiciones de los invernaderos y clima de Zamorano.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación de la Investigación.** El estudio se realizó entre marzo y septiembre de 2015 en la Unidad de Olericultura Intensiva, en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicada en el valle del Yeguaré, Francisco Morazán, Honduras, con una altura promedio de 800 msnm, una temperatura promedio de 24°C y una precipitación promedio de 1100 mm (Figura 1) y (Figura 2). Debe tomarse en cuenta que el ensayo se realizó en micro túnel donde no se monitorearon las condiciones climáticas, pero que influye en la modificación del clima externo.

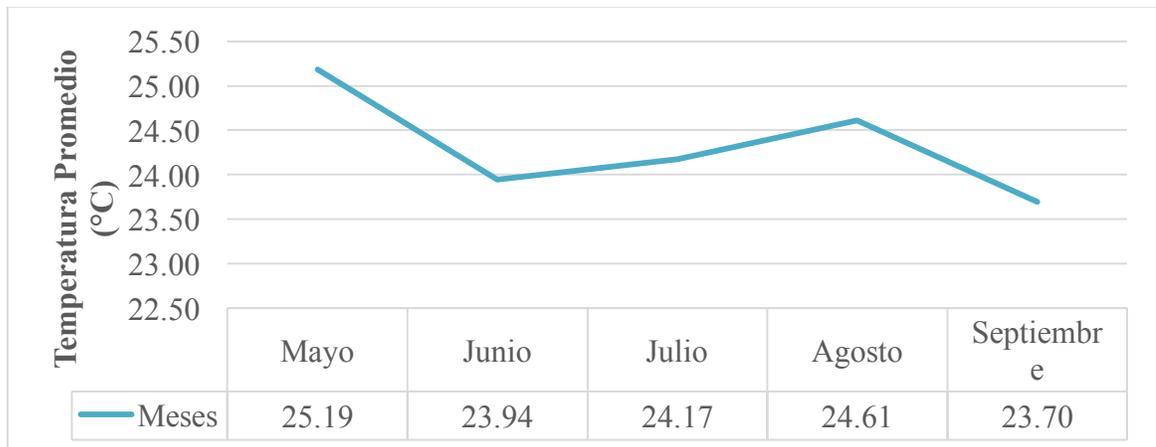


Figura 1. Temperatura promedio en Escuela Agrícola Panamericana mayo – septiembre 2015.

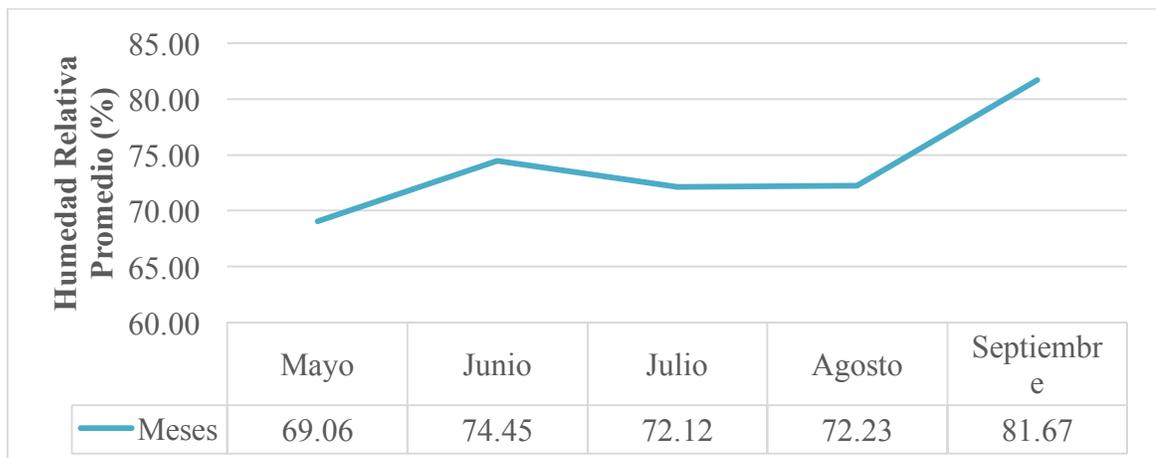


Figura 2. Humedad relativa promedio en Escuela Agrícola Panamericana mayo – septiembre 2015.

Para este ensayo se utilizó el cultivo de la sandía. Como base se emplearon los híbridos Mickey Lee (Seminis) como macho y Bonta (Seminis) como hembra. Para fines de esta investigación se utilizó el polen del híbrido Mickey Lee para polinizar el botón hembra del híbrido Bonta, y así poder realizar la polinización dirigida. Para documentar todos los pasos se hizo un ensayo en los Invernaderos de Olericultura Intensiva.

### **Producción de plántulas en vivero**

Preparación de las bandejas. Las semillas fueron sembradas en dos bandejas plásticas de 162 celdas y desinfectadas utilizando 200 ppm de hipoclorito de calcio al 60% para prevenir cualquier contaminación hacia el pión. Después de secarse, se llenaron con sustrato Pindstrup Plus Orange® y se colocaron en el invernadero donde se realizó la siembra. El porcentaje de germinación fue determinado a los siete días después de la siembra. Las bandejas permanecieron en los invernaderos de la Unidad de Plántulas por un período de 15 días hasta que se desarrolló la primera hoja principal.

Para la siembra del híbrido Mickey Lee se sembraron 40 semillas, y del híbrido Bonta 80 semillas, el día 16 de mayo. Posteriormente se sembraron 40 semillas de Mickey Lee el día 23 de mayo. Se aplicó riego por la mañana y la tarde de acuerdo a la humedad del sustrato. Cuando la plántula tuvo 10 centímetros de altura estas fueron trasladadas a los invernaderos de Olericultura Intensiva para ser trasplantadas. La altura de las plantas fue medida desde la base de las mismas hasta la primera hoja verdadera a los 14 días de sembradas

### **Producción de plantas hembras y machos en invernadero**

Las plántulas fueron trasplantadas en bolsas con una medida de 48.3 cm de alto y 38.1 cm de diámetro con una capacidad de 0.02 m<sup>3</sup>, estas se llenaron con una mezcla de 50% compost y 50% fibra de coco, el sustrato fue previamente esterilizado a una temperatura de 90°C por tres horas. Luego que se llenaran las bolsas fueron humedecidas con agua para disminuir la temperatura del sustrato y luego se ingresaron al Invernadero 1. Posteriormente se montó el sistema de riego por goteo a cada una de las bolsas.

Se utilizó un invernadero con paredes de malla antiviral de 1.8 m de alto y una altura de 4.8 m a la ventana cenital de 1.10 m, con una altura total de 5.9 m, techo con plástico ultravioleta, anti goteo y luz difusa. El área del invernadero es de 850 m<sup>2</sup> y el área efectiva que se utilizó para el cultivo de sandía fue de 40 m<sup>2</sup>.

Encima del surco se colocó una línea de alambre galvanizado número uno, suspendido a una altura de dos metros para así poder hacer el tutorado de las plantas. El tutorado consistió en una pita individual por planta con sistema de anillo fijado a la base de la planta y afianzado en la línea de alambre.

Se trasplantaron 40 plántulas de Bonta y 20 plántulas del Mickey Lee el 16 de mayo y posteriormente el 23 de mayo se trasplantaron otras 16 de Mickey Lee con el objetivo de asegurar que la producción de polen de alguno de los dos grupos de siembra coincidiera con la floración del Bonta.

La mayoría de las variedades modernas son monoicas, ya que parece ser el tipo preferido de expresión sexual para la producción comercial de semillas de líneas puras y variedades híbridas. La mayoría de las variedades tienen una proporción de siete flores estaminadas por cada flor perfecta o pistilada. Hay algunas variedades con una proporción de cuatro estaminadas por cada flor pistilada. Puede ser posible producir la expresión del sexo ginoico seleccionando de acuerdo al aumento de la proporción de nudos pistilados en una población segregante (F.H.I.A. 2001).

Para evitar la autopolinización en plantas de Bonta, que de aquí en adelante llamaremos hembra o receptor hembra, se eliminaron los estambres de los botones hemafroditas, y la flor macho. Luego, se polinizó manualmente con polen proveniente de flores macho de Mickey Lee a partir de las 6:00 a 8:00 am, y de 12:00 a 1:30 pm para garantizar la viabilidad de polen. A las plantas Mickey Lee se les dejó el botón hembra para así comparar los tamaños de acuerdo a ambas variedades.

Cuando los botones hembra de Bonta alcanzaron un tamaño deseado se les polinizó y se les colocó un listón de color para que estas fueran identificadas como botones que ya se habían polinizado. Para la polinización se utilizaron de dos a tres flores machos provenientes de Mickey Lee para así asegurar un buen cuajado de fruto, logrando obtener un mayor número de frutos por planta. Luego que los frutos fueron creciendo se les colocó una malla para el soporte de los frutos y se dejó allí hasta realizar la cosecha. Se hizo un análisis foliar para conocer el estado nutricional del cultivo. La muestra consistió de 20 hojas al azar recientemente desarrolladas (quinta hoja).

### **Actividades culturales**

Se revisó que la estructura estuviese en buenas condiciones, como aberturas en las paredes del invernadero para prevenir la entrada de insectos y que esos pudiesen causar algún daño al cultivo. En el área donde se ubicaron las bolsas se colocó un plástico color transparente y por encima un plástico plateado-negro para evitar la germinación de malezas que pudieran crear una abertura en las bolsas del sustrato creando hospederos alternos para las plagas.

Se utilizó un sistema de riego por goteo con distribuidores de cuatro goteros y se colocaron dos goteros en cada bolsa. La descarga por gotero fue de aproximadamente un litro por hora. Cada día se aplicaban seis ciclos de fertiriego de 15 minutos cada uno, completando así una hora y media todos los días. Se utilizó siempre una solución nutritiva excepto para el primer riego cuando se aplicó solo agua para humedecer el medio y los otros cinco con fertilizante para un mayor aprovechamiento de los nutrientes. Se aplicó el mismo programa de frecuencias y volúmenes de agua de riego del tomate, lo cual aseguró un suministro suficiente. El exceso de agua se colectó en el canal de drenaje. La solución nutritiva se aplicó por medio de un inyector hidráulico AMIAD tipo 4010, serie 550104163.

Se aplicó nitrato de potasio para promover el incremento del tamaño del fruto y la concentración de azúcares. Fué aplicado al drench 0.5 kg/17 L (cm<sup>3</sup>).

Se realizaron podas de deschuponado durante el desarrollo del cultivo para evitar el desarrollo de guías secundarias y estructurar la planta a un solo tallo o guía, lo cual es un requisito para producir frutos bien desarrollados.

En el día 82 se observó la presencia de la enfermedad mildiu polvoso en las puntas de las hojas basales de Mickey Lee de la primera siembra (16 de mayo). Para el control de esta enfermedad se aplicaron fungicidas protectantes y translaminares para así disminuir y prevenir el ataque de esta enfermedad.

No se presentó ningún daño por insecto. Sin embargo, se presentan los insecticidas recomendados para las plagas más comunes que ocurren en la sandía.

### **Cosecha**

La cosecha se realizó cuando se secó el zarcillo más próximo a la fruta. El día 123 se quitó el riego a la plantación para estresar a la planta y provocar la translocación de los nutrientes de la planta hacia el fruto.

Se tomaron datos de la medida de la planta, forma, peso, grados brix y cantidad de semilla producida en cinco frutos de cada variedad. Se tomaron datos acerca de los nudos de la planta donde cuajaron los frutos y en cuales fueron abortados de acuerdo a la polinización que se realizó en cada uno de ellos.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Producción de plántulas

Durante la fase de elaboración de almácigo se determinaron los siguientes parámetros a considerar para la correcta producción de plántulas.

Se recomienda utilizar bandejas de plástico de 162 agujeros, las cuales deben ser lavadas utilizando una solución de agua e hipoclorito de calcio al 60% con una concentración de 200 ppm, con el fin de desinfectar y evitar cualquier tipo de contaminación provocada por otro cultivo que se hubiese sembrado anteriormente (Figura 3A).

Posteriormente, las bandejas deben ser humedecidas y llenadas con sustrato (Figura 3B y C). El sustrato debe tener buenas características de porosidad y resistencia como por ejemplo el Orange Pindstrup Plus<sup>®</sup>. Sembrar una bandeja para cada variedad, una con 20 semillas del macho y otra con 40 de la hembra, con el propósito de llevar un control al momento del trasplante (Figura 3D). Una vez sembradas se recubre con una capa de sustrato para proteger la semilla y fortalecer posteriormente el anclaje de la plántula (Figura 3E). Las plántulas deben permanecer en un lugar con ambiente controlado por un periodo de 12 días para su posterior trasplante (Figura 3F).

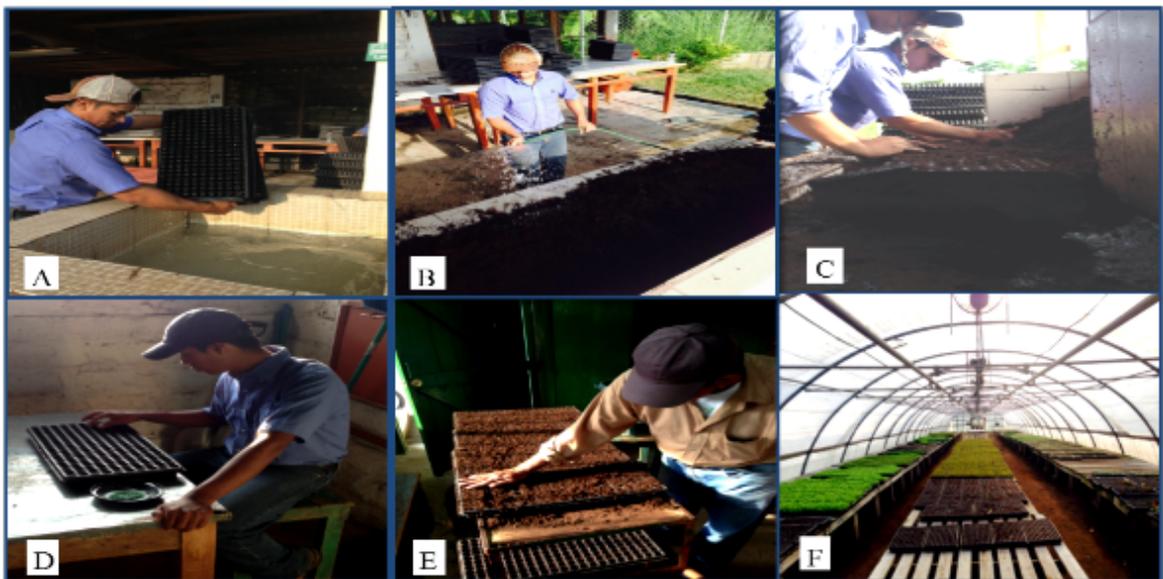


Figura 3. Producción de plántulas para el cultivo de sandía. A) Lavado de bandejas B) riego del sustrato C) Llenado de bandejas D) Siembra E) Tapado de semilla F) Bandejas dentro del invernadero, en la Unidad de Propagación EAP Zamorano, Honduras.

## Preparación del invernadero

El invernadero debe contar con una malla antiviral y una cabina equipada con una fosa contenida de cal para desinfectar los zapatos y así poder disminuir el ingreso de agentes o vectores que puedan ocasionar una posible contaminación (Figura 4A y B).

Actividades de higiene previas a la instalación del cultivo:

- Desinfectar con cal el área donde se establecerá el cultivo (Figura 4C).
- Lavar la tubería que se va a utilizar para evitar cualquier obstrucción. Lavar la parte externa de la tubería principal, los goteros y los goteros flecha del surco, con agua y jabón ya que esta puede contener sarro en el exterior de la tubería (Figura 4D, E, F y G).
- Colocar plástico transparente encima del surco para evitar la erosión ocasionada por el drenado del agua, así como también una posible penetración de la maleza hacia las bolsas del cultivo. Posteriormente colocar plástico plateado para evitar la germinación de malezas ocasionadas por la irradiación del sol (Figura 4H e I).
- Se recomienda que el plástico plateado este templado y colocado adecuadamente para así evitar el estancamiento del agua y favorecer el escurrimiento en el momento de drenado. (Figura 4J)

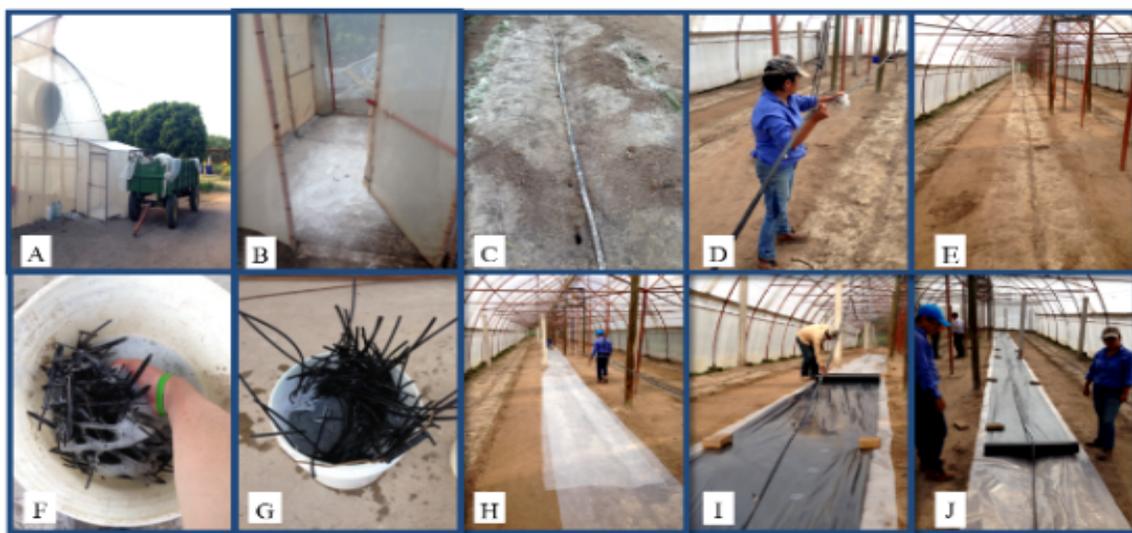


Figura 4. Preparación del macro túnel para la siembra del cultivo de sandía. **A)** Ubicación del macro túnel **B)** Cabina de ingreso **C)** Desinfección del área de trasplante con cal **D)** Lavado de manguera principal de riego **E)** Desmalezado y adecuación del surco **F)** Limpieza de goteros flecha y autocompensados **G)** Lavado de mangueras distribuidoras **H)** Colocación de plástico transparente **I)** Colocación de plástico plateado-negro **J)** Colocación de manguera principal encima del surco. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.

## Preparación de sustratos y llenado de bolsas

- El sustrato debe ser esterilizado a una temperatura de 90°C por tres horas y luego dejarlo enfriar por un periodo de 24 horas para poder llenar las bolsas.
- Hay diferentes tipos de sustratos que se pueden utilizar, de acuerdo a que es en condiciones controladas, un ejemplo de sustrato que se puede utilizar es una mezcla de 50% compost y 50% fibra de coco
- Se recomienda enviar una muestra del sustrato al laboratorio para el análisis por saturación de bases y los elementos K, Ca, Mg y Na (Cuadro 1).
- Se procede al llenado de bolsas, con dimensiones de 48.3 cm de alto y 38.1 cm de diámetro cada una (Figura 5A).
- Si se utiliza una bolsa de 0.02m<sup>3</sup>, deberá llenarse de sustrato hasta 15 cm del borde ó 33.3 cm de altura.
- Se recomienda hacerles agujeros a los lados para que el agua residual de la esterilización pueda drenar y así el calor del sustrato se reduzca.
- Se procede a introducir las bolsas en el invernadero para luego aplicarles riego y así humedecer el sustrato para disminuir la temperatura del medio y de esa manera hacer el trasplante (Figura 5B).



Figura 5. Preparación de sustrato y llenado de bolsas para el cultivo de sandía. **A)** Llenado de sustrato hasta los 33.3 cm de altura. **B)** Ingreso de las bolsas al invernadero para la colocación en el surco. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.

Cuadro 1. Análisis químico del sustrato

Muestra	mg/kg (Soluble)			
	K	Ca	Mg	Na
Sustrato	4,440	2,964	531	901
	Alto	Bajo	Bajo	Normal

Métodos: K, Ca, Mg, Na: Extracción con pasta saturada, determinados por espectrofotometría de absorción atómica. Realizado en el laboratorio de Suelo y Aguas de la EAP Zamorano, Honduras.

### Acondicionamiento de bolsas y trasplante

- Se deben colocar las bolsas en el surco con un distanciamiento de 60 cm entre bolsas y un espaciado entre hilera de 1.25 m para evitar competencia por luz y espacio para el tutorado (Figura 6A).
- Se recomienda colocar un sistema de riego por goteo de botones auto compensados con una descarga de 4 L/hora, con un distribuidor de cuatro salidas con dos goteros flecha por cada bolsa (Figura 6B y C).
- Para el ahoyado se utiliza una estaca desinfectada (Figura 6D).
- Trasplantar los pilones de sandía de los híbridos macho y hembra (Figura 6E).
- Se recomienda humedecer las plántulas después del trasplante (Figura 6F).

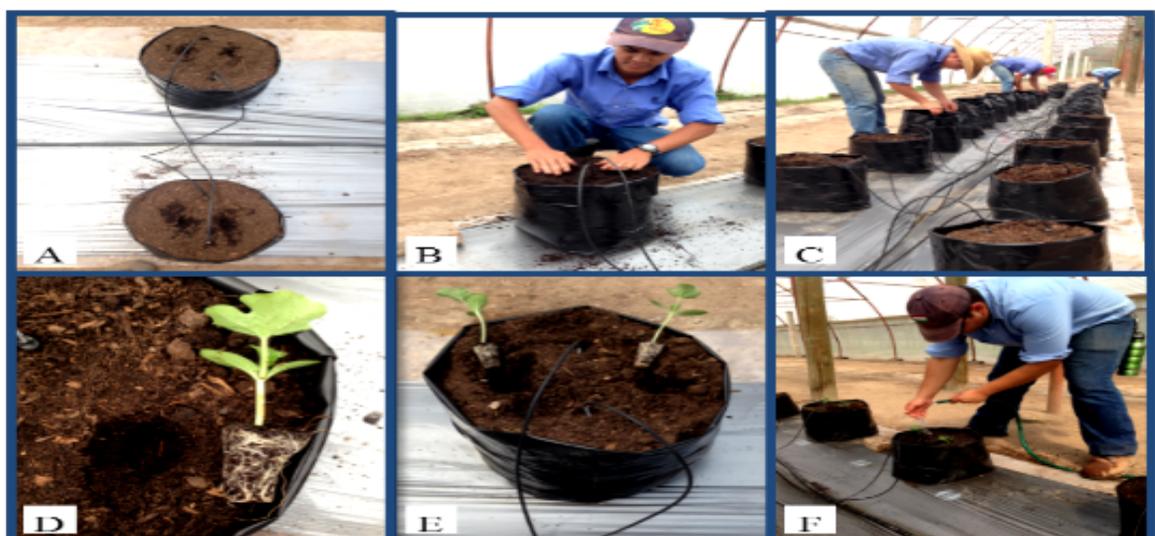


Figura 6. Acondicionamiento de bolsas y trasplante para el cultivo de sandía. **A)** Colocación de bolsas en el surco. **B)** Rellenar las bolsas que requieran más sustrato y realizar el ahoyado **C)** Colocación de mangueras y goteros en cada bolsa **D)** Selección de plántulas vigorosas con raíces sanas **E)** Colocación de dos plántulas por bolsa **F)** Humedecer las plántulas después del trasplante. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.

## Actividades Culturales

### Tutorado

- Se recomienda desinfectar las cabuyas en una solución de hipoclorito de calcio a 227 g en 200 L ya que todo el material que va a tener contacto con la planta tiene que ser desinfectado previamente para evitar contaminación cruzada. El tutorado debe realizarse cuando la planta tenga un crecimiento de 80 cm, debido a que si esta se realiza más tarde, es probable que esta pueda ser afectada por hongos y bacterias que habitan en el suelo (Figura 7).



Figura 7. Desinfección de cabuyas con hipoclorito de calcio al 60%, para el cultivo de sandía.

- Se deberá desinfectarse las manos con una solución de 200 ppm de hipoclorito de calcio al 60% o yodo, cada vez que se ingrese al invernadero y se realice alguna actividad (Figura 8A).
- Se deberá colocar la cabuya a una altura de dos metros, se recomienda que esté sujetado a un alambre número uno para soportar el peso de los frutos ya que es una planta rastrera y necesita espacio para el crecimiento (Figura 8B).
- Verificar que la cabuya quede tensada de donde se hizo el anillo en la base de la planta al alambre de donde esta sujeta. Para que durante el desarrollo de la planta impida que esta se enrede con las demás (Figura 8C y D).



Figura 8. Tutorado de plántulas de cultivo de sandía. **A)** Desinfección de manos **B)** Colocación de una cabuya **C)** Enguiado de plantas. **D)** Revisar que las cabuyas estén colocadas correctamente. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.

### Podas

- Realizar periódicamente el deschuponado de todos los brotes secundarios que se obtengan del tallo principal, para obtener un mejor desarrollo del cultivo (Figura 9A).
- Se debe realizar el enguiado del brote apical cada vez que se requiera (Figura 9B).

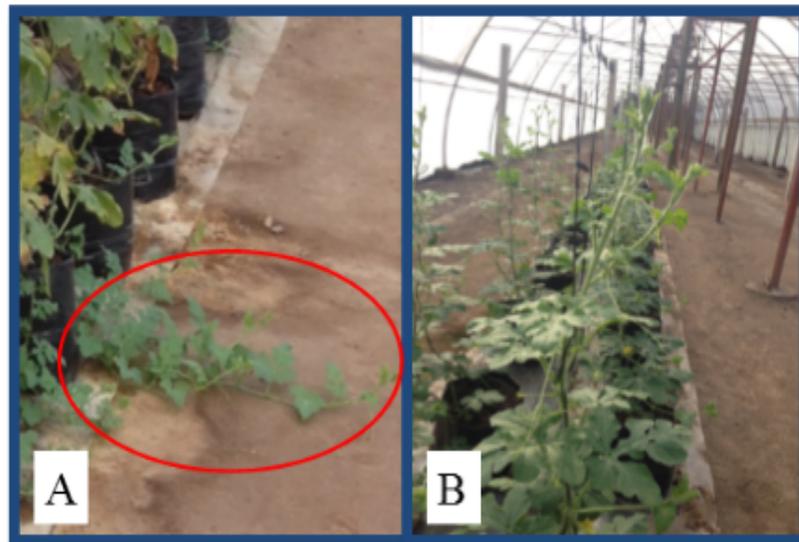


Figura 9. Podas recomendadas en el cultivo de sandía. **A)** Hacer podas de brotes secundarios del tallo principal periódicamente. **B)** Enguiado continuo de la planta. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.

- Se recomienda mandar hacer análisis de agua para llevar registro de las soluciones de la conductividad eléctrica y el pH para que no vaya a causar daño al cultivo (Cuadro 2).

### Fertilización

- La fertilización debe tomar en cuenta los resultados de un análisis de suelo para los sistemas de producción hidropónica. Se recomienda analizar el agua que se utilizará para riego.

Cuadro 2. Resultados del Análisis de agua, tomado en la laguna de Zona 2, de la EAP Zamorano, Honduras

<b>Cationes</b>	<b>mg/L</b>	<b>meq-g/L</b>
Calcio	51.44	2.57
Magnesio	4.86	0.40
Potasio	13.24	0.34
Sodio	25.99	1.13

<b>Aniones</b>	<b>mg/L</b>	<b>meq-g/L</b>
Cloruros	42.91	1.21
Carbonatos	0.00	0.00
Bicarbonatos	104.92	1.72

<b>Interpretación de Resultados</b>	
pH	7.14; ligeramente alcalino
C.E.	406.18 micromhos/ cm. No hay problema de salinización.
Sales totales (mg/L)	259.84
SAR (Sodium Absorption Relation)	0.93 Sin riesgo de alcalinización
Normas Riverside, Blasco, Rubia	C251
	Salinidad media, solo se sentirá en cultivos muy sensibles y puede emplearse con cierta tolerancia en suelos con buen drenaje. Aguas con bajo contenido en sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.
Fitotoxicidad por cloro	No hay problema
Fitotoxicidad por sodio	No hay problemas
Dureza (CaCO <sub>3</sub> ) m/L)	149, agua dura

Métodos: K, Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, Zn: Digestión húmeda con Ácido Nítrico, determinados por Absorción atómica. CO<sub>3</sub>-2 y O<sub>3</sub>: Volumetría, CL-: Volumetría con agNO<sub>3</sub>. Dureza: Espectrometría de Absorción Atómica. Realizado en el laboratorio de Suelos y Aguas de la EAP Zamorano, Honduras.

- Como recomendación se puede aplicar nitrato de potasio a la fertilización, ya que esto promueve el desarrollo y concentración de azúcar en los frutos.
- Se puede utilizar una recomendación base para la fertilización teniendo en cuenta de que el programa de fertilización va a cambiar de acuerdo a las etapas del cultivo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Fertilizantes a utilizar para cada etapa del cultivo de sandía en un sistema hidropónico.

Fertilizantes	Días				
	0-21	22-32	33-50	51-62	63-123
Fosfato mono amónico	0.51	0.23	0.44	0.50	1.17
Nitrato de calcio	2.23	1.60	1.91	3.00	9.45
Nitrato de potasio	1.30	0.00	1.10	1.47	0.00
Sulfato de potasio	0.40	0.96	0.34	0.65	6.00
Sulfato de magnesio	2.00	1.24	1.76	2.52	7.14
Nitrato de amonio	0.50	0.29	0.43	0.40	0.00

Aporte total de elementos	Días				
	0-21	22-32	33-50	51-62	63-123
N	0.25	0.13	0.17	0.25	0.76
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12	0.06	0.12	0.14	0.33
K <sub>2</sub> O	0.43	0.23	0.08	0.15	1.41
CaO	0.37	0.20	0.24	0.37	1.16
Mg	0.17	0.09	0.13	0.18	0.52

Dosis en kilogramos por 1400 lts (cm<sup>3</sup>).

Fuente: (Montalván 2007)

### Análisis foliar

- Se recomiendan muestreos periódicos para determinar si la concentración de nutrientes en el follaje es la óptima.
- Las muestras se envían al laboratorio, para análisis de N, P, K, Ca, Mg para determinar si es necesario hacer ajustes a la solución nutritiva (Cuadro 5).
- Se deben recolectar hojas sanas al azar recientemente desarrolladas (Figura 10).

Cuadro 4. Resultados de Análisis foliar de la variedad Bonta.

Muestra	g/100 g (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Foliar	6.32	0.62	1.95	2.89	0.25
Plantas maduras	2.00 - 3.00	0.20 - 0.30	2.50 - 3.50	2.50 - 3.50	0.60 - 3.50
frutos pequeños	Alto	Alto	Bajo	Adecuado	Bajo

Método N Método de Kjeltel. K,Ca, Mg, Cu Fe, Mn, Zn: Digestión húmeda con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, determinados por Absorción atómica. P: Digestión húmeda con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, determinado por espectrofotometría (colorimetría). B,S: digestión seca con Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, determinados por espectrofotometría (colorimetría). Realizado en el laboratorio de Suelos y Aguas de la EAP Zamorano, Honduras.



Figura 10. Toma de muestras foliares de la hoja #5 a los 2 meses, en el cultivo de sandía para la producción de semilla. . Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.

## Control de Plagas y Enfermedades

### Plagas

- Se recomienda hacer un monitoreo permanente para ver la presencia de plagas y enfermedades en el cultivo de sandía para tener un registro y un mejor control, así poder reducir la incidencia de cualquier peste o patógeno (Anexo 1, 2, 3, 4).

Para el control de las principales plagas de la sandía se recomienda tomar en cuenta algunos aspectos importantes como:

- Identificación de la plaga
- Medidas de control

- Equipo de aplicación
- Calibración del equipo

### **Enfermedades más comunes**

Para el manejo de enfermedades en sandía se recomienda tomar en cuenta algunos aspectos importantes como:

- Identificación de la enfermedad
- Medidas de control
- Equipo de aplicación
- Calibración del equipo

### **Polinización**

- La polinización se da por el cruce entre dos variedades.
- Identificar los botones hembra que serán trabajados (Figura 11A). Posteriormente se deberá realizar la cosecha de flores macho las cuales tengan polen viable (Figura 11B). Luego localizar el botón hembra y remover los estambres. Inmediatamente se toman las flores macho y se realiza la polinización manual en los botones hembra que están aptos para ser polinizados (Figura 11C). Al final se deberá identificar con una cinta el botón que se trabajó para llevar un registro de los botones que se polinizaron (Figura 11D).



Figura 11. Pasos para la polinización para la obtención de semillas en el cultivo de sandía  
**A)** Identificar botón hembra **B)** Recolectar flores machos **C)** Polinización manual **D)** Colocado de cinta en el pedúnculo del botón.

- El periodo promedio de polinización es de 15 a 20 días. Las flores hembra que tengan los pétalos color verde limón son las aptas para ser polinizadas (Figura 12A). La polinización se deberá realizar en horas de 6:00 a 8:00 de la mañana para tener una mejor efectividad y cuajado del fruto (Figura 12B). Durante los días en que se polinizan los botones se da la presencia de desarrollo, abortos y desprendimiento de frutos.



Figura 12. Polinización del botón de sandía para la producción de semilla. **A)** Botón listo para ser emasculado **B)** Polinizado de botón

### Desarrollo de botones polinizados y frutos

- Una vez polinizados los botones se podrá comprobar si abortaron o se desarrollaron en frutos normales. Algunos frutos crecerán deformes debido a falta de polinización, técnica deficiente, condiciones ambientales adversas, o incluso incompatibilidad.

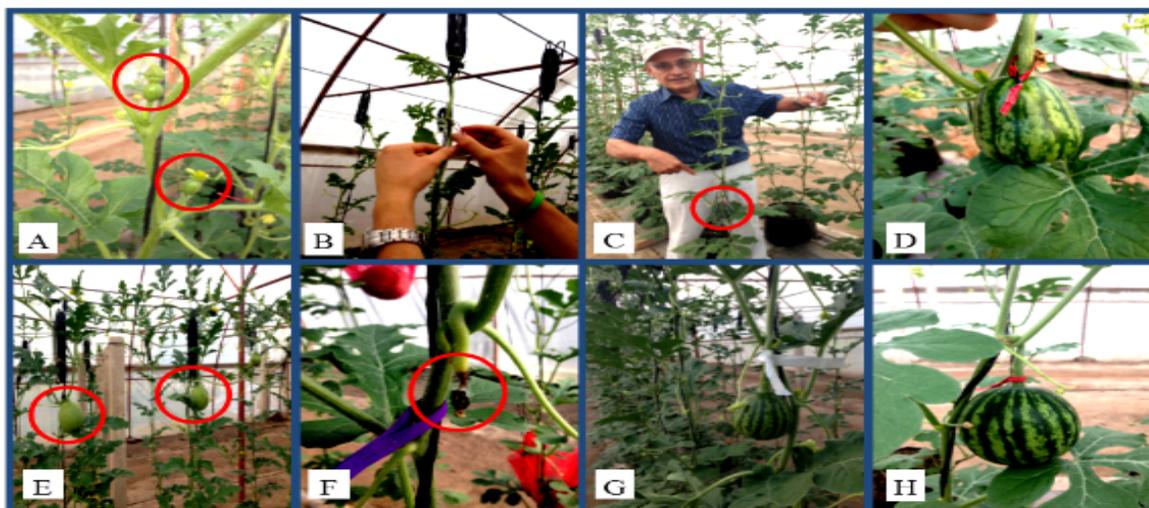


Figura 13. Desarrollo de botones polinizados y frutos del cultivo de sandía. **A)** Identificación de botones a polinizar **B)** Polinización **C)** Frutos Bonta en desarrollo **D)** Fruto Bonta deforme **E)** Ejemplos de frutos macho no deseado **F)** Aborto de un fruto hembra **G)** Fruto hembra **H)** Fruto sano y con buena forma.

## Colocación de malla

- Se recomienda colocar mallas plásticas de polipropileno a todos los frutos que vayan en desarrollo para evitar el desprendimiento del pedúnculo y sirva como soporte a la planta (Figura 14A). Las mallas que se utilicen deberán desinfectarse previo a su ingreso y se deberán de colocar cada vez que se observe un fruto en desarrollo (Figura 14B y C).



- Figura 14. Colocación de mallas para el soporte del fruto de sandía para la producción de sandía. A) Enmallado B) El enmallado sujeto al alambre por medio de cabuya. C) Enmallado de frutos. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras

## Desarrollo de los frutos

- Se puede observar que conforme van creciendo, se puede identificar los frutos normales o anormales que presenten deformidad. A medida se va desarrollando el cultivo a los 70 días después del trasplante va alcanzar un tamaño de 3.5 kg (Figura 15A-F).

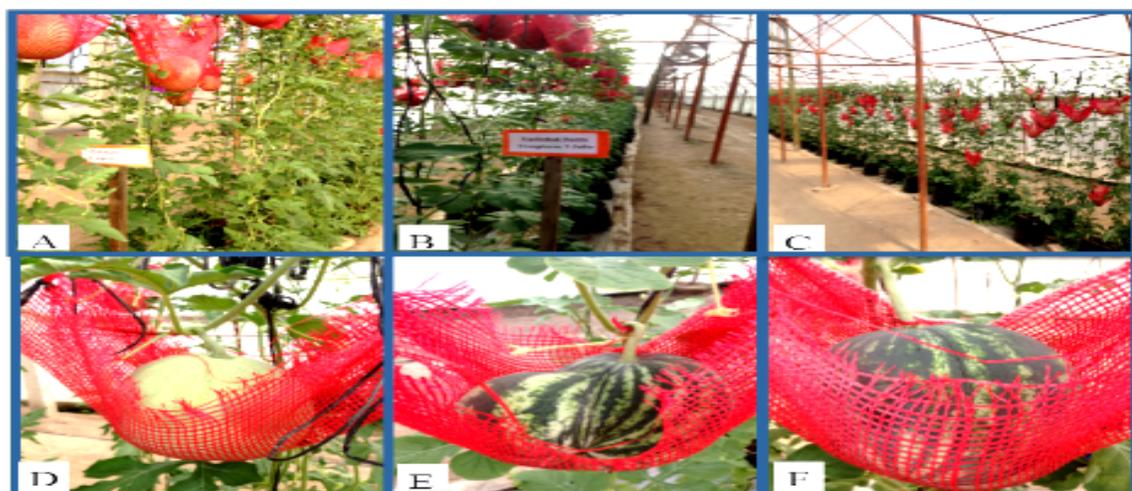


Figura 15. Frutos en desarrollo de sandía para la producción de semilla. A) Frutos macho. B) Frutos hembra. C) Plantas de ambas variedades con fruto formado. D) Fruto sano y creciendo. E) Fruto hembra con extremo deforme. F) Fruto hembra óptimo.

### Botones desarrollados y abortados

- Se recomienda llevar un registro de los botones polinizados, abortados y desarrollados en ambas variedades (Cuadro 5).

Cuadro 5. Totalidad de botones desarrollados y abortados en las variedades de sandía Mickey Lee y Bonta. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.

Variedad	Siembra	Total	
		Frutos	Abortos
Mickey Lee	1 <sup>‡</sup>	23	53
	2 <sup>β</sup>	21	34
Bonta	1	52	147

<sup>‡</sup> Semillas sembradas el día 1

<sup>β</sup> Semillas sembradas el día 8

- Se recomienda llevar un registro de los días en que se polinizan los botones en el híbrido que sea del interés del productor para obtener datos de cuantos frutos se trabajaron durante el día. Además sirve como un registro y control de posibles abortos (Cuadro 6).

Cuadro 6. Registro de botones hembra polinizados en el cultivo de sandía.

Día de Polinización	Botones	
	Polinizados	Abortos
67	4	0
68	7	0
69	10	2
70	10	0
71	11	7
72	17	15
73	16	11
74	13	9
75	14	10
76	11	12
77	15	14
78	10	17
79	12	8
80	11	12
81	10	15
82	11	4
85	9	5
87	8	6
Total	199	147

## Cosecha

- La cosecha se realiza cuando se observa que el zarcillo más cercano al fruto se ha secado, lo cual puede ocurrir a los 106 días, pero puede ocurrir antes o después dependiendo de la variedad. Se deben seleccionar las frutas con las características apropiadas tanto de peso, forma y tamaño (Figura 16A). El corte del pedúnculo se debe realizar con un cuchillo para evitar partir el fruto (Figura 16B). Hay plantas que no soportan mantener dos frutos, entonces esto ocasiona el aborto de los frutos (Figura 16C).



Figura 16. Cosecha de frutos de sandía, para la producción de semilla. **A)** Verificación de zarcillo seco **B)** Punto de corte del pedúnculo **C)** Fruto no apto para la extracción de semilla. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras

- Como producto final en el área de trabajo se obtuvieron 31 frutos normales y 21 frutos deformes y/o rajados con un peso total de 140.34 kg en variedad Bonta. Para la variedad Mickey Lee se obtuvieron 44 frutos normales y 4 frutos rajados, el pesado de los frutos fue de 117.4 kg como producto final (Figura 17A - F).



Figura 17. Manejo de frutos cosechados de sandía para la producción de semilla. **A)** Frutos cosechados. **B)** Colocación de frutos en cajas plásticas para tener un mejor manejo. **C)** Pesado de frutos **D)** Comparación de tamaños entre las dos variedades. **E)** Totalidad de frutos obtenidos durante todo el proceso en sus embalajes plásticos. **F)** Pérdida (merma).

- Se tomaron muestras de tres frutos normales y tres frutos deformes para observar las diferencias. Los frutos normales produjeron mayor cantidad de semillas con un total aproximado de 177 y los deformes con un promedio aproximado de 86 semillas por fruto (Figura 18A y B). Esta diferencia se debe a la falta de semilla en la parte deforme del fruto, posiblemente por falta de polinización (Figura 18C y D).



Figura 18. Diferencia de la calidad de frutos de sandía para la producción de semilla. **A)** Frutos óptimos. **B)** Frutos deformes. **C)** Corte longitudinal de un fruto óptimo. **D)** Corte longitudinal de un fruto deforme. Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras

### Análisis de grados brix

- Este procedimiento consiste en el análisis de concentración de azúcares como una medida de los sólidos totales, que son importantes en el sabor de los frutos (Figura 19A, B y C).
- Se espera que la concentración de azúcar esté cercano a los 9° brix (Agroponiente S.A. 2013). Los grados brix se miden en diferentes partes del fruto (izquierda, centro y derecha) de sandía en Bonta (Figura 19D, E y F). Para cada lectura que se toma, se utiliza agua destilada para la limpieza del prisma y el cubre objetos (Figura 19G, H e I). Se utiliza un refractómetro para medir los grados brix

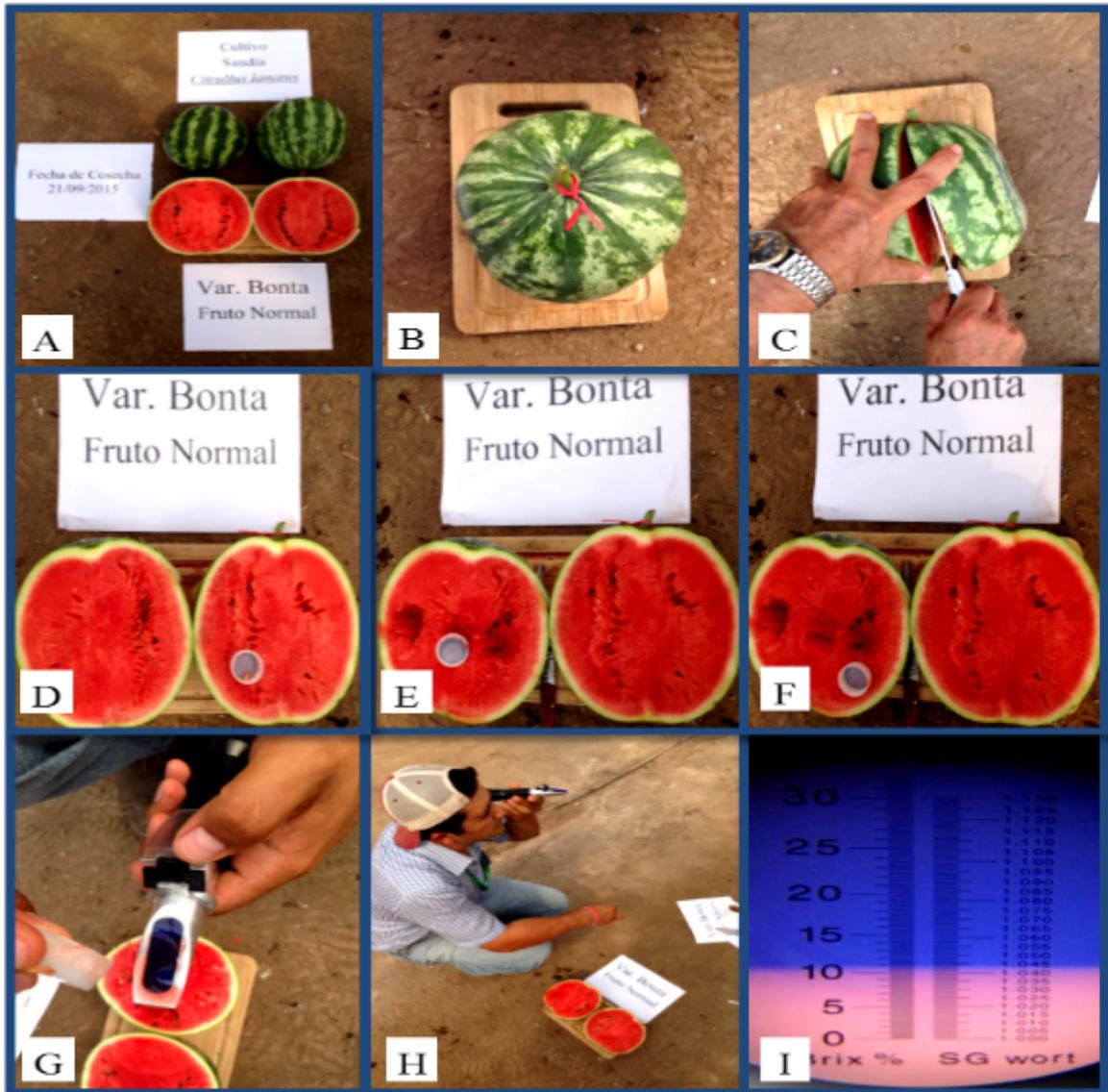


Figura 19. Muestreo grados brix en frutos de sandía para la producción de semilla. **A)** Color rojo, arenoso en pulpa **B)** Fruto hembra **C)** Corte de la sandía longitudinal **D)** Parte izquierda **E)** Parte central **F)** Parte derecha **G)** Colocación del jugo del análisis **H)** Toma de lectura con refractómetro **I)** Lectura del refractómetro.

- Se recomienda muestrear alrededor de cinco sandías o la cantidad representativa según lo cosechado (5-10%), para posteriormente hacer el análisis de grados brix, para lo cual se utiliza un refractómetro el cual mide la concentración de azúcares del fruto (Cuadro 7).

Cuadro 7. Análisis de concentración de grados brix en frutos de sandía en las variedades Mickey Lee y Bonta para la producción de semilla en el Macro túnel #1, Zona 3, EAP Zamorano, Honduras.

Número de Muestras	Grados Brix					
	Fruto Normal Bonta			Fruto Normal Mickey Lee		
	Extremo Izquierdo	Central	Extremo Derecho	Extremo Izquierdo	Central	Extremo Derecho
1	9.0	10.2	9.2	9.2	10.0	9.0
2	9.5	10.5	10.0	8.8	9.4	9.0
3	9.8	11.2	10.0	8.8	10.4	10.0
4	10.8	11.4	10.4	10.2	10.0	10.2
5	9.8	11.4	10.2	10.0	9.8	10.0
Promedio	9.8	10.9	10.0	9.4	9.9	9.6

#### Extracción de la semilla

- La semilla debe ser fermentada con pulpa, durante un día para que al día siguiente que se haga el lavado sea más rápido y eficiente, removiendo el mucilago más fácilmente (Figura 20A y B).
- Se debe extraer utilizando un recipiente identificado con el nombre de la variedad y fecha de cosecha, para coleccionar la pulpa y la semilla (Figura 20C).
- Puede realizarse manual o mecánicamente utilizando un equipo parecido al extractor de naranjas. Se debe colocar un plástico debajo del recipiente para recoger la semilla en el momento de la extracción.
- Se debe lavar con suficiente agua utilizando una malla metálica o colador para remover la pulpa de la semilla. Repitiendo este proceso hasta que la semilla quede limpia (Figura 20D – G).
- Luego que la semilla esté libre de pulpa debe almacenarse en bolsas plásticas para el secado (Figura 20H).

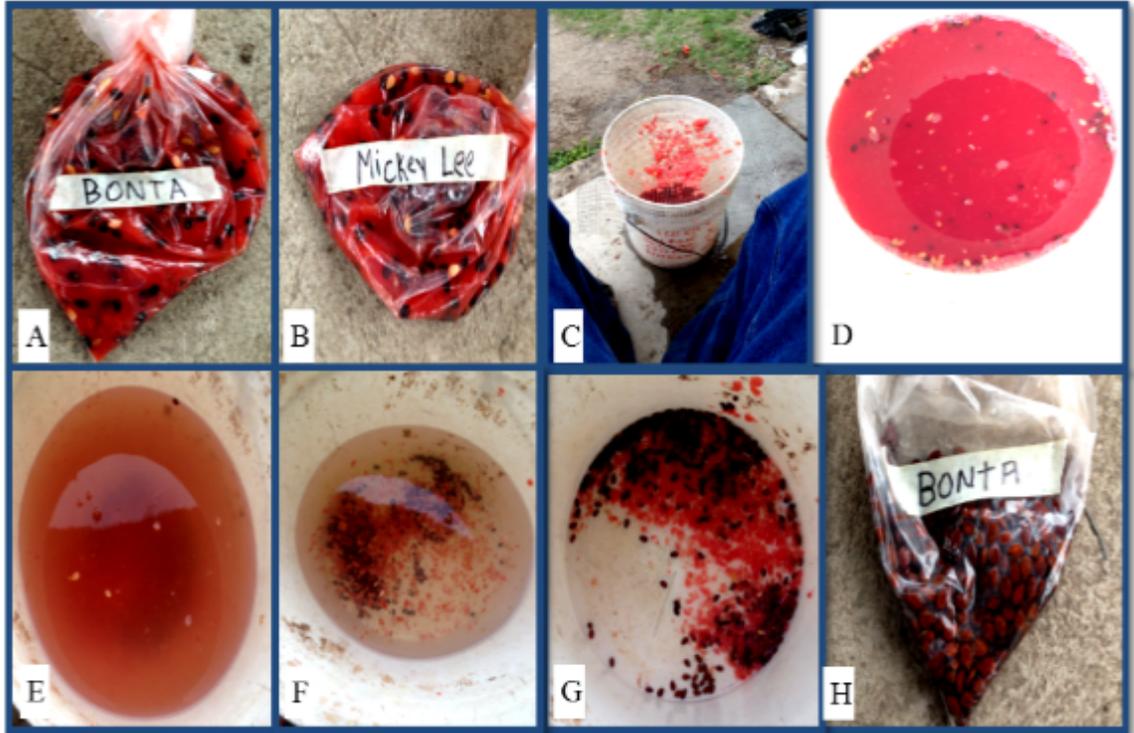


Figura 20. Limpieza de semilla fermentada de sandía. **A)** Semilla hembra fermentada por un día. **B)** Semilla macho fermentada por un día. **C)** Tamizado de pulpa. **D)** Primera lavada. **E)** Segunda lavada. **F)** Tercera lavada. **G)** Cuarta lavada. **H)** Semilla lista para secar.

## 4. CONCLUSIONES

- Se diseñó la guía a partir de buenas prácticas para la producción de semilla híbrida por el cruce del híbrido Mickey Lee como macho (transmisor de polen) y el híbrido Bonta como hembra (fecundación del fruto).
- Se establecieron los procesos y recomendaciones de cómo realizar polinización dirigida manualmente a partir de fotos para facilitar la enseñanza a productores y estudiantes.
- Los resultados esperados con las condiciones del Macro túnel de Olericultura Intensiva y clima de Zamorano durante el ensayo en la producción de semilla híbrida fueron adecuados para el propósito del ensayo.
- Existió un nivel de incompatibilidad entre las dos variedades del ensayo lo cual produjo frutos deformes. Lo anterior puede prevenirse realizando pruebas preliminares con las variedades o líneas parentales.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Realizar un ensayo durante una temporada con temperaturas más cálidas, que son más adecuadas para una polinización óptima.
- Utilizar variedades de polinización abierta para evitar problemas de incompatibilidad genética.
- Elaborar un análisis de costos de producción de semilla utilizando la metodología demostrada en este ensayo.
- Utilizar sobres de papel para evitar que agentes polinizadores puedan contaminar los botones polinizados.
- Utilizar pinzas en la emasculación de los botones óptimos a polinizar para evitar el rajado del ovario.
- Verificar que no queden los estambres del botón a polinizar en la superficie de las hojas evitando así la autofecundación

## 6. LITERATURA CITADA

Agroponiente, S.A. 2013. Almería en Verde la revista del Agricultor. APROA-COEXPHAL-FAECA. 108. Consultado en línea el 8 noviembre de 2015. Disponible en <http://www.coexphal.es/Revistas/AV108.pdf>

Allard, R. W. 1970. Principios de la mejora genética de las plantas. La Habana: Edición revolucionaria, 498 p.

Bayer Crop Science. Nunhems Hibridación. Consultado 8 junio de 2015. Disponible en [http://nunhems.mx/www/NunhemsInternet.nsf/id/MX\\_ES\\_Hybridization](http://nunhems.mx/www/NunhemsInternet.nsf/id/MX_ES_Hybridization)

FAO. 2003. Prioridad mundial al consumo de fruta y hortalizas. FAO Sala de Prensa.

F.H.I.A. 2001. Watermelons Characteristics, Production, and Marketing. Editorial. Donald N. Maynard. La Lima, Honduras, ASHS Horticulture Crop Production Series, 31 p.

Hodson J.E. 2005. Transformación genética de plantas para resistencia a virus. Rev. Acad. Col. Cienc. 29: 5-24.

Juárez, B. s.f. Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis. California, Estados Unidos, Seminis Vegetables Seeds Inc. 17 p.

Lozano, J.C. y H.F. Schawartz. 1981. Limitaciones de la resistencia a enfermedades de varios cultivos alimenticios en América Latina. Fitopatología Colombiana 10 (1-2): 33.

Montalván E. 2007. Manual para la producción de sandía. FHIA, La Lima, Cortés, Honduras, 42 p.

Peske, S. 2011. La complejidad de los materiales híbridos. Consultado en línea el 7 junio de 2015. Disponible en [http://www.seednews.com.br/\\_html/site\\_es/content/reportagem\\_capa/imprimir.php?id=115](http://www.seednews.com.br/_html/site_es/content/reportagem_capa/imprimir.php?id=115) p.

Robinson, R.W. 2008. Journal of New Seeds. Rationale and Methods for Producing Hybrid Cucurbit Seed. Consultado en línea el 2 de Septiembre de 2015. Disponible en [http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J153v01n03\\_01#.VejvQbJViko](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1300/J153v01n03_01#.VejvQbJViko)

Rajan. S., B. Markose, 2007. Propagation of Horticultural Crops. Pitam Pura, New Delhi, India, New India Publishing Agency. 225 p.

Singh P.K., S.K. Dasgupta y S.K. Tripathi, 2004. Hybrid Vegetable Development. Journal of new seeds. New York, United States, Food Products Press. 6 (2/3 and 4): 443 p.

Wehner T.C. and C. Barrett, 1996. Cucurbit Breeding Horticultural Science. Consultado en línea el 1 de Septiembre de 2015. Disponible en <http://cuke.hort.ncsu.edu/cucurbit/wmelon/wmhndbk/wmseeds.html>

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Plagas más comunes en la sandía.

Nombre Común	Nombre Científico	Etapa del insecto	Daño que ocasiona	Control Químico
Áfidos	<i>Aphis gossypii</i> y <i>Myzus persicae</i>	Adultos y ninfas	Enrollamiento y decoloración de hojas, transmisión de virus y marchitez de brotes jóvenes.	Actara 25 WG- (Thiamethoxam) Furadan 48 SC (Carbofuran) Rescate 20 SP (Acetamiprid) Thiodan 35 EC- (Endosulfan) Vydate 24 SL- (Oxamil)
Ácaros rojos	<i>Tetranychus spp.</i>	Adultos	Decoloración de hojas, manchas amarillentas, defoliación, daños en los frutos.	Bazam (Beauveria bassiana) Cascade 10 EC (Flufenoxuron 10%) Diazinon 60 EC (Diazinon 60%) Sunfire 24 SC (Clorfenapir 24%) Talstar 10 LE (Bifenthrin 10%)
Mosca blanca	<i>Bemisia tabaci</i> y <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	Adultos y ninfas	Transmisión de virus y amarillamiento causando debilitamiento de la planta.	Actara 25 WG- (Thiamethoxam) Rescate 20 SP (Acetamiprid) Thiodan 35 EC- (Endosulfan) Vydate 24 SL- (Oxamil)

Anexo 2. Continuación. Plagas más comunes en la sandía.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Etapas del insecto</b>	<b>Daño que ocasiona</b>	<b>Control Químico</b>
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i> y <i>Thrips tabaci</i>	Adultos y ninfas	Ninfa raspa el follaje y chupa la savia, problemas en la polinización ya que se alimentan de polen y posibles vectores de virus.	Actara 25 WG- (Thiamethoxam) Arrivo 20 EC- (Cypermctrina) Danitol 2.4 EC- (Fenpropathrin) Decis 2.5 EC- (Deltametrina) Jade 35 SC- (Imidacloprid) Pegasus 50 SC- (Diafentiuiron) Perfekthion 40 EC- (Dimetoato) Regent 20 SC- (Fipronilo)
Minador	<i>Liriomyza spp.</i>	Larvas	Se alimenta del parénquima ocasionando galerías en el follaje.	Danitol 2.4 EC- (Fenpropathrin) NewMectin 1.8 EC (Abamectin) Sunfire 24 SC (Clorfenapyr) Trigard- (Cyromazine) Vertimec 1.8 EC (Abamectin) Insectos Benéficos
Nematodo	<i>Meloidogyne</i> , <i>Pratylenchus</i> y <i>Ditylenchus</i>	Gusanos microscópicos	Pérdidas de producción, daño radicular que causan heridas para la entrada a otros patógenos.	Pazam (Paecilomyces lilacinus) Thimet 5% G D (Forato 5%) Vydate 24 SL (Oxamilo 24%)

(Montalván 2007)

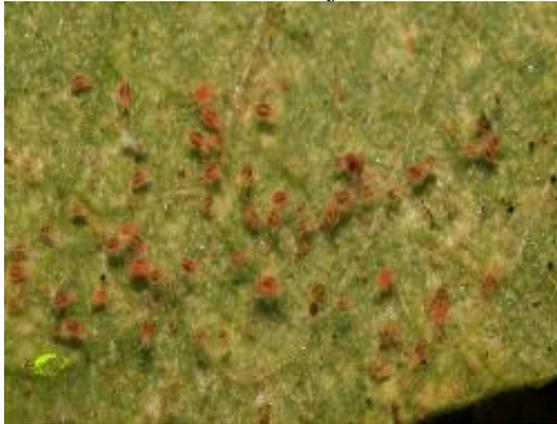
Anexo 3. Imágenes de las principales plagas que afectan a la sandía.

Áfidos



Fuente: Biounalm, David Castro 14 de Junio 2011.

Ácaro rojo



Fuente: Aday Bicho, La Huertina De Toni.

Mosca blanca



Fuente: Jardinería ON, Ana Valdés 19 agosto 2012.

Trips



Fuente: Conoce hidroponía, 21 de agosto 2015.

Minador



Fuente: Syngenta,

Nematodo



Fuente: EcuRed, Leyane art.jc 13 Junio 2013.

Anexo 4. Enfermedades más comunes en la sandía.

<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Importancia Económica</b>	<b>Control Químico</b>
Mancha angular	<i>Pseudomonas syringae</i>	Esporádico	Cobre antibióticos
Mildiu polvoso	<i>Sphaerotheca fuliginea</i> y <i>Erysiphe cichoracearum</i>	Menor peligro	Alto 10 SL (Cyproconazol) Amistar 50 WG- (Azoxystrobin) Dorado 92 WP (Azufre) Orius 25 EW (Tebuconazole) Score 25 EC (Difenoconazol)
Mildiu lanoso	<i>Pseudoperonospora spp.</i>	Mayor peligro	Aliette 80 WG (Fosetil-Al) Amistar 50 WG (Azoxystrobin) Curzate M-72 WP- (Cymoxanil + Mancozeb) Equation Contact 68.75 WG (Famoxadona + Mancozeb) Ridomil MZ 69 WP- (Metalaxyl+Mancozeb)
Chancro gomoso	<i>Didymella bryoniae</i>	Esporádico	Amistar 50 WG (Azoxystrobin 50%) Bellis 38 WG (Pyraclostrobin 12.8% y Boscalid 25.2%) Flint 50 WG (Trifloxystrobin 50%) Octave 50 WP (Prochloraz 50%) Mirage 45 EC (Prochloraz 45%)

(Montalván 2007)

Anexo 5. Imágenes de las principales enfermedades de la sandía.

Mancha angular



Fuente: M. Grabowski, UMN Extension.

Mildiu Polvoso



Fuente: M. Grabowski, University of Minnesota.

Mildiu lanoso



Fuente: David B. Langston, University of Georgia.

## Chancro Gomoso del Tallo



Fuente: Clemson University, Bugwood.org.