

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**"OBTENCIÓN DE SEMILLAS HÍBRIDAS DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*)
EN SUSTRATO BAJO CONDICIONES DE CASA MALLA"**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TÍTULO DE

INGENIERA AGRÓNOMA

MARIBEL BERROCAL PUITALLA

LIMA – PERÚ

2023

**La UNALM es titular de los derechos patrimoniales de la presente investigación
(Art. 24 - Reglamento de Propiedad Intelectual)**

Document Information

Analyzed document	TSP-OBTENCION DE SEMILLAS HIBRIDAS DE SANDIA EN SUSTRATO BAJO CONDICIONES DE CASA MALLA.docx (D169232234)
Submitted	2023-06-01 04:02:00
Submitted by	Sarita Moreno Llacza
Submitter email	saritamoreno@lamolina.edu.pe
Similarity	6%
Analysis address	saritamoreno.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1406/t007163.pdf?sequence=1&... Fetched: 2023-06-01 04:02:00		8
W	URL: https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandia.htm Fetched: 2023-06-01 04:02:00		1
W	URL: https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3674/borda-ovalle-sandra.pdf... Fetched: 2023-06-01 04:02:00		9
W	URL: https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4967/ramos-meneses-claudia-m... Fetched: 2023-06-01 04:02:00		5
W	URL: https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/fibra-de-coco Fetched: 2023-06-01 04:02:00		3
W	URL: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/53_2009-HORTSCI.pdf Fetched: 2023-06-01 04:02:00		1
W	URL: https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/52044/52147Cartile , Fetched: 2023-06-01 04:02:00		1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA FACULTAD DE AGRONOMÍA
Siembra
Trasplante
Marcado basal
Despunte
Preparación de plantas hembras
Amarre con rafia y guiado de planta
Poda basal
Baja de plantas femeninas

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**"OBTENCIÓN DE SEMILLAS HÍBRIDAS DE
SANDÍA (*Citrullus lanatus*) EN SUSTRATO BAJO
CONDICIONES DE CASA MALLA"**

Maribel Berrocal Puitalla

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

.....
Ph. D. Rember Emilio Pinedo Taco

PRESIDENTE

.....
Ing. Mg. Sc. Sarita Maruja Moreno Llacza

ASESOR

.....
Ing. Mg. Sc. Cecilia Emperatriz Figueroa Serrudo

MIEMBRO

.....
Ing. Mg. Sc. Hector Baroni Cantaro Segura

MIEMBRO

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

A mi madre,
Juana Puitalla Orderes,
por su amor incondicional, sus enseñanzas
y el apoyo constante en todo mi desarrollo
personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

- A mi padre Juan Berrocal Ccasani, por todo el amor, por sus enseñanzas y ejemplo.
- A mis hermanos Frank, Andrés, Luis y Andy, por su apoyo incondicional, por ser mi soporte y motor de vida.
- A mi mejor amiga y hermana Sandra Alegría, por brindarme su apoyo y acompañarme en cada proceso de superación personal y profesional.
- A mi asesora Ing. Mg. Sc. Sarita Moreno, por sus consejos y asesoramiento constante en la elaboración de la presente.
- Al presidente y miembros del jurado por su apoyo y tiempo brindado.

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. PROBLEMÁTICA	1
1.2. OBJETIVOS	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. ORIGEN	3
2.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA	3
2.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA	3
2.4. REQUERIMIENTOS	4
2.4.1. Clima	4
2.4.2. Suelo	5
2.4.3. Riego	5
2.4.4. Fertilización	5
2.5. FLOR Y POLINIZACIÓN	6
2.5.1. Floración y factores ambientales	6
2.5.2. Polinización	7
2.5.3. Agentes polinizantes, aspectos a considerar en el uso de colmenas	7
2.6. FISIOPATÍAS	8
2.6.1. Rajado del fruto	8
2.6.2. Aborto de frutos	8
2.7. CALIDAD DE SEMILLAS	8
2.7.1. Parámetros de los atributos de calidad de las semillas	8
2.7.2. Atributos de calidad de las semillas	9
2.8. CARACTERÍSTICAS DE SEMILLA DE CALIDAD	9
2.9. SUSTRATO DE CULTIVO	10
2.10. FIBRA DE COCO Y SUS CARACTERÍSTICAS	10
III. DESARROLLO DEL TRABAJO	12

3.1. GENERALIDADES PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA	12
3.2. PROCESO DE INSTALACIÓN DE CASA MALLA.....	13
3.2.1. Nivelación de terreno	13
3.2.2. Instalación de casa malla	13
3.2.3. Instalación de manta ground cover	14
3.2.4. Traslado de palé con sustrato.....	15
3.2.5. Ubicación de geomembrana	17
3.2.6. Ubicación de separador	17
3.2.7. Ubicación de bolsas	18
3.2.8. Hoyo de drenaje y de planta.....	19
3.2.9. Enzunchado.....	21
3.3. PUNTOS CRÍTICOS.....	21
3.3.1. Nivelación del terreno	21
3.3.2. Instalación de manta ground cover	21
3.3.3. Traslado de palé con sustrato.....	22
3.3.4. Ubicación de geomembrana	22
3.3.5. Ubicación de separador	22
3.3.6. Ubicación de bolsas	22
3.3.7. Hoyo de drenaje y de planta.....	22
3.3.8. Enzunchado.....	23
3.4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA.....	23
3.4.1. Siembra	24
3.4.2. Trasplante	24
3.4.3. Marcado basal	26
3.4.4. Despunte.....	27
3.4.5. Preparación de plantas hembras.....	28
3.4.6. Amarre con rafia y guiado de planta.....	28
3.4.7. Poda basal	29

3.4.8. Baja de plantas hembras.....	30
3.4.9. Limpieza de planta en flores femeninas	30
3.4.10. Pre -polinización.....	31
3.4.11. Cajas de abeja.....	33
3.4.12. Rouging de planta.....	34
3.4.13. Corta de flores masculinos	36
3.4.14. Polinización	37
3.4.15. Limpieza y despunte de planta.....	38
3.4.16. Enmallado	39
3.5. PUNTOS CRÍTICOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE SANDÍA	39
3.5.1. Siembra	39
3.5.2. Trasplante	40
3.5.3. Marcado basal	40
3.5.4. Despunte.....	41
3.5.5. Preparación de planta.....	41
3.5.6. Amarre con rafia y guiado de planta.....	42
3.5.7. Poda basal	42
3.5.8. Baja de planta.....	42
3.5.9. Limpieza de planta.....	43
3.5.10. Pre Hibridación	43
3.5.11. Puntos críticos en rouging de plantas y disfrute de machos	45
3.5.12. Puntos críticos en Corta de flores	45
3.5.13. Polinización	46
3.5.14. Enmallado	47
3.6. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN PARA DECISIÓN DE CIERRE DE HIBRIDACIÓN.....	47
3.6.1. Registro de plantas preparadas.....	47

3.6.2. Registro de rouging de machos	47
3.6.3. Registro de entrega de machos para disfrute.....	48
3.6.4. Registro de conformidad antes de empezar hibridación	48
3.6.5. Registro de corta de flores masculinas	48
3.6.6. Registro de hibridación.....	48
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	49
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Temperaturas críticas para el cultivo de sandía	5
Tabla 2: Colores de marca de rouging por repaso	34
Tabla 3: Formas de polinización según el rouging	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Labores de instalación de casa malla	13
Figura 2. Instalación de casa malla	14
Figura 3. Instalación de manta ground cover	15
Figura 4. Traslado de palé con sustrato en montacarga	16
Figura 5. Traslado de bolsas de sustrato hacia dentro del módulo	16
Figura 6. Bolsas de sustrato dentro del módulo	17
Figura 7. Tendido de geomembrana	17
Figura 8. Ubicación de separadores	18
Figura 9. Ubicación de bolsas de sustrato	18
Figura 10. Hoyo de drenaje en las bolsas de sustrato	19
Figura 11. Bolsas ubicadas para realizar el hoyo de planta	19
Figura 12. Formación de brasa para los quemadores	20
Figura 13. Hoyo de planta en bolsas de sustrato	20
Figura 14. Ubicación de zunchos	21
Figura 15. Labores de producción de semilla	23
Figura 16. Siembra de sandía	24
Figura 17. Traslado de bandejas dentro del módulo	25
Figura 18. Sellado de plántula	25
Figura 19. Riego después del trasplante	26
Figura 20. Marcado basal en plantas machos	27
Figura 21. Despunte de plantas machos	27
Figura 22. Amarre con rafia y guiado de planta machos	29
Figura 23. Amarre con rafia y guiado de plantas hembras en bolsas de sustrato	29
Figura 24. Baja de plantas hembras	30
Figura 25. Botón abierto y botón óptimo de sandía	31
Figura 26. Botón óptimo de sandía	31
Figura 27. Botón monoico de sandía	32
Figura 28. Botón andromonoico de sandía	32
Figura 29. Emasculación de botón de sandía	33
Figura 30. Ubicación de cajas de abejas	33
Figura 31. Rafia negra en plantas de sandía con frutos pequeños y vacíos	35
Figura 32. Índice correcto de corta de flores de sandía	36

Figura 33. Polinización en botón de sandía.....	38
Figura 34. Fruto generado por autopolinización.....	38
Figura 35. Enmallado del fruto.....	39
Figura 36. Dos plantines de diferente especie en un mismo cono.	40
Figura 37. Marcado basal correcto.....	40
Figura 38. Marcado basal incorrecto.	41
Figura 39. Guías de sandía sin formación de planta.....	42
Figura 40. Planta quebrada de sandía.....	43
Figura 41. Flor femenina de sandía con pétalos abiertos.	43
Figura 42. Flor abierta de sandía.....	44
Figura 43. Sobre roto de emasculación.	44
Figura 44. Mal sellado del sobre.	44
Figura 45. Flor inmadura de sandía.....	46
Figura 46. Flor pasada de sandía.....	46

RESUMEN

El presente trabajo de suficiencia profesional tiene como finalidad describir y explicar el proceso de instalación de una casa malla para trasplantar en sustrato plántulas de sandía, así como también, explicar el manejo agronómico para la producción de semillas de calidad.

Producir semillas con fibra de coco (sustrato) bajo condiciones de casa malla tiene varios beneficios con respecto a sembrar directamente en el suelo: reduce los costos en jornales, uniformidad de plantas y mejores rendimientos por el fertirriego. Obtener semillas de sandía bajo condiciones de sustrato comienza con la habilitación del módulo, es decir, todo aquel proceso que involucra que se tengan condiciones óptimas dentro del módulo para el trasplante. En la fase de producción, una vez trasplantada la plántula femenina se iniciarán las podas, amarre con rafia de las plantas y polinizaciones de las variedades. La polinización implica cortar flores masculinas frescas y trasladarlas donde se encuentran los botones hembra, cubrir con polen el estigma del botón y esperar el cuajado del fruto; para obtener semillas con pureza genética óptima y rendimientos adecuados. La calidad de semillas expresa el grado en que se cumpla las normas establecidas respecto a los siguientes atributos: genético, físico, fisiológico y sanitario. Para producir semillas se requieren cuidados constantes en todos los procesos a realizarse, desde siembra hasta cosecha, capacitaciones frecuentes sobre el procedimiento de labores a todo el personal, supervisiones, identificar los puntos críticos por cada proceso. Adicional a ello se tiene un sistema de control de calidad como segundo filtro de supervisión y reducción del riesgo de contaminación. Existen dos tipos de contaminaciones: autopolinización y presencia de fruto fuera de tipo.

Palabras clave: Fibra de coco, fertirriego, polinización, pureza genética, autopolinización.

ABSTRACT

The purpose of this work is to describe and explain the process of installing a net house for transplanting watermelon seedlings in substrate, as well as to explain the agronomic management for the production of quality seeds. Producing seeds with coconut fiber (substrate) under net house conditions has several benefits with respect to planting directly in the soil: reduced labor costs, plant uniformity and better yields due to fertigation. Obtaining watermelon seeds under substrate conditions begins with the preparation of the module, that is, all the process that involves having optimal conditions inside the module for transplanting. In the production phase, once the female seedlings have been transplanted, pruning, thinning and pollination of the varieties will begin. Pollination involves cutting fresh male flowers and moving them to where the female buds are located, covering the bud stigma with pollen and waiting for the fruit to set, in order to obtain seeds with optimum genetic purity and adequate yields. Seed quality expresses the degree to which the established standards are met with respect to the following attributes: genetic, physical, physiological and sanitary. In order to produce seeds, constant care is required in all the processes to be carried out, from planting to harvesting, frequent training on work procedures for all personnel, supervision, and identification of critical points for each process. In addition, there is a quality control system as a second filter to supervise and reduce the risk of contamination. There are two types of contamination: self-pollination and presence of off-type fruit.

Key words: Coconut fiber, fertigation, pollination, genetic purity, self-pollination.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMÁTICA

La producción de semillas de hortalizas ha incrementado un 8 % en el Perú durante los años 2018 y 2019. El 80% de la semilla producida es destinada a los países bajos, un 8% a España, 4% a Estados Unidos, 4% a Francia entre otros países. A pesar que la exportación de semillas no llega al 2% del porcentaje de las exportaciones agropecuarias, es el producto con mayor precio, siendo este en promedio de US\$ 400 por kilo de semilla (Agrodata, 2019).

Producir semillas híbridas de sandía es una actividad importante en la actualidad, requiere cuidados constantes en todos los procesos a realizarse. Además, las supervisiones deben ser diarias para identificar los puntos críticos por cada proceso y reducir del riesgo de contaminación para obtener semillas de calidad. Los componentes de calidad se definen como pureza genética, pureza física, capacidad de germinación y sanidad de semillas.

Se busca multiplicar las semillas del productor comercial y generar nuevas variedades, es el productor comercial quien indica las necesidades para el manejo del cultivo. Según la necesidad del mercado se busca generar y producir nuevas variedades con características ventajosas y diferenciadas a las que ya se encuentran, tales como: color de la pulpa, color y forma de la fruta, tamaño de la fruta, resistencia a enfermedades, semillas de sandía sin pepas, entre otros.

El manejo agronómico de sandía se lleva a cabo dentro de la casa malla, en bolsas de sustrato, minimizando el riesgo de contaminación, obteniendo mayores rendimientos y salvaguardando la calidad de semilla.

La calidad en la producción de semillas es más importante que la cantidad de semillas producidas; significa que las empresas productoras de semillas garantizan la fiabilidad de la empresa y que los productores obtienen el valor de su dinero cuando cada semilla se convierte en plántula.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Describir el proceso para obtener semillas híbridas de calidad de sandía en sustrato bajo condiciones de casa malla.

1.2.2. Objetivos específicos

- Explicar el proceso de instalación de casa malla para producir semilla híbrida de sandía en sustrato.
- Identificar los puntos críticos en la instalación de casa malla y el proceso de producción de semilla de sandía.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ORIGEN

La sandía se ha cultivado por miles de años, especialmente en África y el oriente medio. Existen reportes del cultivo de sandía en China que datan del año 900 dc. La región árida del sur de África es considerada como el centro de origen de esta especie (Juárez, 2008).

2.2. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

Según CORPOICA (2000), la sandía se clasifica taxonómicamente de la siguiente forma:

Reino	:	Vegetal
División	:	Espermatophyta
Clase	:	Dicotiledoneae
Orden	:	Cucurbitales
Familia	:	Cucurbitaceae
Género	:	Citrullus

Especie: *Citrullus lanatus* (Thund) Matsum y Nakai

2.3. DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA

La sandía tiene un hábito de crecimiento rastrero con tallos delgados y pubescentes. Se puede observar zarcillos ramificados, en cada nudo a lo largo del tallo. Los tallos son ramificados, aunque siempre con un tallo principal. Las ramificaciones son emitidas a partir de brotes que emiten en las axilas de las hojas (Infoagro, 2012).

Las flores de sandía pueden ser estaminadas (masculinas), perfectas (hermafroditas), o pistiladas (femeninas). Las primeras flores en aparecer son masculinas o estaminadas. La proporción de flores fluctúa entre 7 a 14 flores estaminadas por una flor pistilada. Esto significa que primero aparecerán de 7 a 14 flores estaminadas en el tallo y después vendrá la primera flor pistilada (Juárez, 2008).

Las flores de sandía son unisexuales, con flores masculinas y femeninas en la misma planta (monoicas). Las flores son 100% autocompatibles, tienen granos de polen pegajosos y dependen en gran medida de la polinización por insectos (Bomfim, Bezerra, Nunes, Freitas, y Aragão, 2015; Sanford y Ellis, 2016). Las flores femeninas permanecen receptivas sólo un día después de su apertura. La iniciación del fruto requiere de numerosos granos de polen en el estigma, de lo contrario la flor abortará (Delaplane et al. 2000).

Las hojas son pecioladas, pinnado-partidas, divididas en tres a cinco lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados, presentando profundas entalladuras que no llegan al nervio principal. El haz es suave al tacto y el envés muy áspero y con nervaduras muy pronunciadas.

El fruto es una baya globosa u oblonga en pepónide, formada por tres carpelos fusionados con receptáculo adherido, que dan origen al pericarpio. El color de la cascara es variable, pudiendo parecer uniforme (verde oscuro, verde claro) o a franjas de color amarillento, grisáceo o verde oscuro sobre fondos de diversas tonalidades verdes. La pulpa también presenta diferentes colores tales como rojo, rosado o amarillo (Infoagro, 2012).

Las semillas son de tamaño variable, generalmente la longitud menor que el doble del ancho, aplanadas, ovoides, duras, peso y colores también variables (negras, marrones, blancas), con expansiones alares en los extremos más agudos. Estas semillas continúan su maduración al mismo tiempo que el fruto también alcanza su maduración fisiológica y de consumo. No existe dormancia en la semilla de sandía y en caso de ser necesario estas pueden ser sembradas inmediatamente después de su extracción (Juárez, 2008).

2.4. REQUERIMIENTOS

2.4.1. Clima

La sandía es una especie de clima cálido y seco (Alvarado et al., 2009). La humedad relativa óptima para el desarrollo de las plantas es de 65% y 75%, para la floración, 60% - 70% y para la fructificación, 55%-65%. El desarrollo de los tejidos del ovario de la flor es influido por la temperatura y las horas de luz. Días largos y altas temperaturas favorecen la formación de flores masculinas y días cortos y temperaturas moderadas favorecen la formación de flores femeninas (Escalona et al., 2009). Las temperaturas críticas para sandía se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1: Temperaturas críticas para el cultivo de sandía

Etapa fenológica	Temperatura crítica	
Germinación	Mínima	15°C
	Óptima	22-28°C
	Máxima	39°C
Desarrollo	Óptima	20-23°C
Floración	Óptima	25-30°C
Maduración del fruto	Óptima	25°C

Fuente: Alvarado et al.2009

La sandía es menos exigente en temperatura que el melón, siendo los cultivares tetraploides más exigentes que las diploides, presentando además mayores problemas de germinación. La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre el 60 y el 80 por ciento, siendo un factor determinante durante la floración (Panta, 2015).

2.4.2. Suelo

La sandía no es una especie muy exigente en suelo, aunque los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad se obtienen en los suelos con altos contenidos de materia orgánica, profundos, aireados y bien drenados. Requieren un pH entre 6 y 7. Son plantas extremadamente sensibles a problemas de mal drenaje. Son moderadamente tolerantes a la presencia de sales tanto en el suelo como en el agua de riego. Valores máximos aceptables son: 2,2 Ds/m en el suelo y 1,5 Ds/m en el agua de riego (Escalona et al., 2009).

Se recomienda un suelo franco arcilloso con pH entre 5.5 y 6.8 valores más bajos pueden provocar que se manifieste toxicidad de algunos elementos o deficiencia de otros (Panta, 2015).

2.4.3. Riego

Según FAO WATER (2013), los requerimientos hídricos de la sandía varían según la etapa fenológica, es decir, el volumen de agua que extrae la planta es diferente conforme se va desarrollando. El Kc comienza siendo pequeño y aumenta a medida que la planta cubre más el suelo. Los valores máximos de Kc se alcanzan en la floración, se mantienen durante la fase media y finalmente decrece durante la fase de maduración.

2.4.4. Fertilización

La sandía requiere de macronutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y potasio. El K fomenta la fotosíntesis mediante la activación de numerosas enzimas, acelera el flujo y

traslocación de los productos asimilados, tales como los azúcares y almidones que son formados durante la fotosíntesis y luego transportados desde las hojas hasta los órganos de reserva (frutos, semillas, etc.), este elemento cumple un papel importante en el llenado de frutas y semillas (Molina, 2000), además de ser un elemento determinante para mantener la presión de turgencia de las células, aspecto importante en la hidratación de las sandías (Chirinos, 2000).

Así también, la sandía requiere de micronutrientes que pueden estar deficientes en algunos suelos. La planta de sandía que esté creciendo en suelo arenoso puede desarrollar deficiencia de cobre, lo que puede a su vez reducir el rendimiento de cultivo (Panta, 2005).

Asimismo, se ha demostrado que nutrientes como el boro son necesarios para el desarrollo y germinación de los granos de polen, crecimiento de los tubos polínicos, síntesis de azúcares y acumulación de solutos (Stino, 2011).

2.5. FLOR Y POLINIZACIÓN

2.5.1. Floración y factores ambientales

Las flores son solitarias y pueden ser masculinas o femeninas, del tipo diclino-monoica, es decir, ambos sexos están separados, pero en la misma planta.

Las flores pistiladas o femeninas, se diferencian fácilmente porque poseen un ovario ínfero que se aprecia notablemente, es veloso y ovoide, recordando en su primer estadio una pequeña sandía (Peñaloza, 2001).

Las flores masculinas tienen ocho estambres de igual longitud, soldados por sus filamentos, forman cuatro grupos de estambres.

- Tienen tecas arqueadas o encorvadas.
- Las flores son de color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares.
- La corola está formada por cinco pétalos unidos por su base, con simetría regular.
- El cáliz es de color verde, formado por sépalos libres, corisépalos.

La sandía se considera una especie neutra al fotoperiodo, su floración se presenta en toda condición climática que permita el crecimiento vegetativo (Peñaloza, 2001).

- Puede florecer en una amplia gama de largos de día.

- Como otras cucurbitáceas es exigente en temperatura para lograr su crecimiento y posteriormente llegar a dar flores.
- Es una planta de gran tendencia a ser monoica o andromonoica.
- Las primeras flores en aparecer son las masculinas y a continuación las femeninas.
- La especie no tiene respuesta a los tratamientos químicos que buscan alterar la expresión sexual, como es el uso de etileno o nitrato de plata.

2.5.2. Polinización

La polinización es cruzada y se favorece por las grandes y vistosas flores de color amarillo que poseen nectarios y aroma. La polinización es entomófila y en ella la participación de las abejas es importante.

Las flores son autofértiles pero no autofecundables, esto es, se puede fertilizar con polen de una misma flor pero se requiere de agentes externos como: insectos, abejas, para la fecundación. La fisiología de la planta puede influir sobre la actividad de los polinizadores (Di Benedetto, 2005).

Los frutos originados por polinización con insectos, abejas, son más grandes y pesados porque cuentan con más semillas que los que provienen de otro tipo de polinización, como la manual y lo más importante desarrollan su forma normal.

Debido entre otros factores, a la demanda de elementos nutritivos que precisan los primeros frutos en cuajar, se impide la formación de otros, provocando el desprendimiento de estos (Montenegro, 2012).

Cuando se cultiva sandía sin semillas, triploide, de fruto apireno, es necesario plantar sandía diploide como polinizadora, dado que el polen de la triploide es estéril. Se requiere que las asociaciones elegidas coincidan en su periodo de floración, usando entre un 25 a 40% de polinizadora y un 60 a 75% de polinizada (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2017).

2.5.3. Agentes polinizantes, aspectos a considerar en el uso de colmenas

Las abejas son los principales agentes polinizantes. En la sandía, donde se presentan muchos óvulos, el número de granos de polen y/o visitas que realice la abeja a la flor es clave para dar origen a frutos de buen calibre y sin deformaciones, debido al desarrollo normal de las semillas.

El uso de abejas para polinizar el cultivo de sandía, es la forma más segura y eficaz, una flor polinizada se traduce en fruta con más semillas y, por lo tanto, de mayor calibre y con mejor forma, aumentando considerablemente los rendimientos, donde los aspectos críticos son: la preparación invernal de las colmenas para la floración objetivo y la verificación del estado de las colmenas al momento de la instalación y durante el periodo de la polinización, aspectos que determinan la actividad de las abejas (Montenegro, 2012).

2.6. FISIOPATÍAS

2.6.1. Rajado del fruto

Se manifiesta en forma de resquebrajaduras, generalmente longitudinales sobre la superficie de los frutos en los últimos estadios de madurez. La principal causa del “cracking” suele atribuirse principalmente a una disponibilidad fluctuante de agua en el suelo (Maroto et al., 2002).

2.6.2. Aborto de frutos

Puede tener lugar por varias causas: excesivo vigor de la planta, autoaclareo de la planta, mal manejo del abonado y riego, elevada humedad relativa, etc. (Infoagro, 2012).

2.7. CALIDAD DE SEMILLAS

2.7.1. Parámetros de los atributos de calidad de las semillas

Expresa el grado en que un determinado lote de semillas cumple las normas establecidas respecto a ciertos atributos que determinan la calidad de las semillas.

Se determinan con las siguientes características (FAO Y AfricaSeeds,2019).

- **Genético**

Se refiere a las características genéticas específicas de la variedad de semilla (pureza genética).

- **Físico**

Tiene que ver con la condición de la semilla en el lote de específico de semillas (pureza física, presencia de otras semillas y contenido de humedad).

- **Fisiológico**
Se refiere al rendimiento de las semillas, determinada por la germinación, viabilidad y vigor.
- **Sanidad**
Se refiere a la presencia de enfermedades y plagas en un lote de semillas.

2.7.2. Atributos de calidad de las semillas

Se determinan con las siguientes características (FAO y AfricaSeeds,2019).

- **Pureza genética**
Es la proporción de semilla en un lote que corresponde a la variedad declarada. La pureza genética tiene un efecto directo en el rendimiento final. La autenticidad por lo general se determina verificando los registros de la procedencia de las semillas para comprobar sus orígenes y trayectoria y los conteos de plantas fuera de tipo en campo.
- **Pureza física**
Es la proporción de semilla pura en un lote, una vez identificados los contaminantes como materia inerte, malezas y semillas de otros cultivos.
- **Capacidad de germinación**
Una indicación de la proporción de semillas vivas capaces de producir plántulas normales.
- **Contenido de humedad**
Es la proporción de humedad de las semillas. Secar la semilla hasta obtener un nivel de humedad inocuo es decisivo para mantener la germinación y viabilidad de las semillas durante el almacenamiento.
- **Vigor de las semillas**
- **Sanidad de las semillas**
Indicación de si las semillas están libres de patógenos o enfermedades transmitidas por semillas o de insectos plaga.

2.8. CARACTERÍSTICAS DE SEMILLA DE CALIDAD

Las semillas de calidad son genéticamente puras, se caracterizan por un elevado porcentaje de germinación y un contenido de humedad apropiado; están libres de enfermedades, tienen un alto contenido de semillas puras y no tienen semillas de malas hierbas.

Se prevé que las semillas de alta calidad produzcan plántulas normales que crezcan bien en el campo, ofrezcan al agricultor un cultivo uniforme y produzcan un alto rendimiento (FAO y AfricaSeeds ,2019).

2.9. SUSTRATO DE CULTIVO

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo “in situ”, natural de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor en forma pura o en mezcla, tiene funciones de anclaje radicular como sostén, protege las raíces y almacena el aire, el agua y los nutrientes necesarios para la planta (Ansorena 1994, Riviere y Caron 2001, Castro et al. 2019).

Sus características físicas y químicas pueden ser ajustadas en su totalidad durante su fase de fabricación. Un sustrato de cultivo elaborado con una sola materia prima no implica que sea un sustrato simple. Por ejemplo, cuando se trata de uno elaborado a base de fibra de coco para cultivo, aun pudiendo estar compuesto 100% de este material, en él se incluyen diferentes porcentajes de tamaños de fibra para permitir que se actúe sobre su capacidad de retención de agua, aireación, etc. (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes, 2019)

Es muy importante asegurarse que el sustrato tenga las características físicas óptimas, porque una vez establecido no es posible mejorarlas. Por tanto, uno de los principales factores que determinan el éxito de un cultivo sin suelo es la calidad física del sustrato, lo cual permite una correcta dosificación y programación del riego y la nutrición del cultivo (Carlile et al. 2015).

En los últimos años a nivel mundial, el uso de sustratos para la producción agrícola ha incrementado sustancialmente, desde pequeños huertos familiares de autoconsumo hasta unidades productivas comerciales (Bracho et al. 2009).

2.10. FIBRA DE COCO Y SUS CARACTERÍSTICAS

La fibra de coco para la agricultura es un subproducto derivado del procesado de la fibra de la cascara del coco, capa intermedia de la fruta del cocotero (Cocos nucifera). Según sus propiedades, las fibras de coco de estructura muy fina retienen muy bien el agua, mientras que el estándar y grueso favorecen una buena aireación y drenaje.

La fibra de coco contiene un alto contenido en lignina (sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales), que favorece la presencia de microorganismos beneficiosos en la zona radicular y evita la descomposición, convirtiéndolo en un medio de cultivo idóneo para ser reutilizado. Este tipo de fibra posee un mercado muy prometedor porque es sostenible, puede ser reutilizado con facilidad y posee una capacidad natural para evitar enfermedades en las plantas. (Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes, 2019).

III. DESARROLLO DEL TRABAJO

3.1. GENERALIDADES PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA

La producción de semilla requiere de cuidados en todos los procesos a realizarse, desde la siembra hasta la cosecha; además de cumplir con un proceso de desinfección previo a ingresar a la casa malla, las manos se desinfectan con virkon y las botas con amonio cuaternario.

Se requiere de capacitaciones específicas en el manejo agronómico. Así mismo las supervisiones deben ser diarias logrando identificar los puntos críticos y riesgos por contaminación, que deben estar escritos en registros cumpliendo los procedimientos. Existe un sistema de control de calidad para corroborar que se cumpla adecuadamente los procedimientos por cada labor.

Al iniciar el proceso de producción de la semilla de sandía se trabaja con un 10% adicional en número de plantas solicitado por el cliente, por pérdidas que pueden presentarse en la almaciguera y en el trasplante. En la etapa de la hibridación se poliniza un fruto por planta, posteriormente si este fruto polinizado aborta o se pasma, se reemplaza polinizando otro botón de la misma planta para obtener semillas de calidad con los rendimientos esperados.

La producción de semilla se realiza en casa malla, pero cabe resaltar que las flores machos se trasplantan directo en el suelo en una casa malla diferente a las que se producen las flores hembras en sustrato. Producir semillas bajo condiciones de sustrato genera mayores rendimientos porque la fibra de coco tiene estructura muy fina que permite retener muy bien el agua además se trasplantan a alta densidad con sistema de fertirriego.

3.2. PROCESO DE INSTALACIÓN DE CASA MALLA

Proceso correspondiente a las labores (Figura 1) desarrolladas para la implementación de casa malla realizado previo al trasplante.

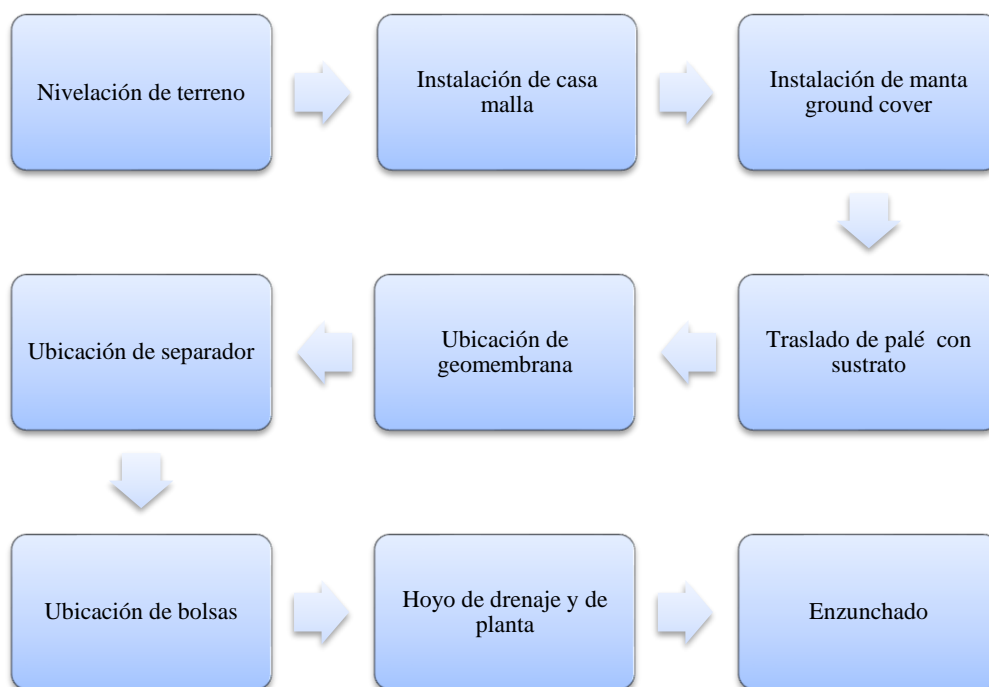


Figura 1. Labores de instalación de casa malla

3.2.1. Nivelación de terreno

Se realiza la nivelación fina con retroexcavadora porque esta máquina posee una cuchara cargadora que tiene la capacidad de trasladar, empujar y nivelar montículos de tierra. La retroexcavadora ingresa a nivelar todas las camas por cada válvula de los terrenos con la finalidad de uniformizar la pendiente del terreno y cuando se riegan las plantas de sandía, el drenaje se traslade por la pendiente de cama e ingrese al sumidero y así posteriormente no se presente desuniformidad del desarrollo de planta por estancamiento de agua dentro de la cama.

3.2.2. Instalación de casa malla

Finalizado la nivelación del terreno se procede a instalar la estructura de casa malla con palos de pino importado de cuatro y cinco metros de altura (Figura 2), dicha estructura sirve como base y soporte de casa malla para una hectárea. Encima de la estructura se coloca la malla

antiáfida de área de 12000 m² de los cuales se entierra 40 cm como soporte, formándose el módulo.

Dentro del módulo se ubican palos de tres metros de altura con tres metros de distancia, para guiar a la planta y facilitar el soporte del fruto.



Figura 2. Instalación de casa malla.

3.2.3. Instalación de manta ground cover

La instalación se realiza para cubrir el suelo dentro de la casa malla, inicia con el recojo de algún material tirado en el suelo, tales como: piedras, alambres, bolsas, entre otros. Consecutivamente se trasladan los rollos de manta ground cover de medida de 600 m² al inicio de cada cama y con ayuda del caballete se tiende desde el inicio de cama hasta la caída de malla antiáfida del módulo.

Las mantas ground cover tendidas son unidas entre ellas con horquillas de alambre de 30 cm ubicados cada 40 cm y clavada con tres clavos de dos pulgadas a los palos ubicados dentro del módulo (Figura 3), es importante resaltar que se realizan cortes exactos para rodear los palos, alambres y sumideros.



Figura 3. Instalación de manta ground cover.

3.2.4. Traslado de palé con sustrato

Un palé es una plataforma de tablas para almacenar y transportar mercancía, en este caso, un palé está conformado por 410 bolsas de fibra de coco; las bolsas de fibra de coco serán usadas como sustrato de las plantas de sandía.

El palé es cargado al camión con ayuda del montacarga, equipo móvil de contrapeso (Figura 4), y ya ubicado dentro del camión es corrido con el transpaleta (aparato con ruedas, dos brazos y un mecanismo elevador, que se utiliza para transportar mercancías). Se coloca cuatro palés aleatoriamente a la derecha e izquierda en el camión, para dar estabilidad de peso y este no se voltee en el traslado. Se traslada el palé con sustrato desde el almacén hasta fuera de los módulos.



Figura 4. Traslado de palé con sustrato en montacarga.

Una vez distribuidos los palé, se trasladan con trimoto las bolsas de sustrato hacia dentro del módulo (Figura 5). Las bolsas son ubicadas en cuatro grupos de 25 unidades por cama de 50 metros lineales para facilitar la repartición (Figura 6) y posterior ubicación.



Figura 5. Traslado de bolsas de sustrato hacia dentro del módulo.



Figura 6. Bolsas de sustrato dentro del módulo.

3.2.5. Ubicación de geomembrana

Se traslada y ubica los rollos de geomembrana de 0.7 x 205 m cada cuatro camas, para colocar el rollo en el caballete así realizar el tendido y alineado de geomembrana desde el sumidero hasta los bigotes de cada cama (Figura 7). La geomembrana sirve como base para cada cama por donde se moverá el drenaje de todas las plantas hacia los sumideros.



Figura 7. Tendido de geomembrana.

3.2.6. Ubicación de separador

Los separadores son bandejas de polipropileno de 450 x 640 mm de longitud y 40 mm de alto que se ubica en toda la cama como base para las bolsas de sustrato (Figura 8), así también, para darle la altura necesaria y poder reducir el contacto del drenaje con las bolsas por un posible estancamiento de agua que afecten el desarrollo de la planta de sandía.



Figura 8. Ubicación de separadores.

3.2.7. Ubicación de bolsas

Las bolsas de sustrato se colocan encima del separador ubicado en las camas, con un distanciamiento entre bolsas de cinco centímetros (Figura 9) debido a que después de la hidratación del sustrato estas bolsas se hinchan y de no contar con ese espacio, las bolsas se superponen y se tendrían que reubicar causando más gastos de jornales.



Figura 9. Ubicación de bolsas de sustrato.

3.2.8. Hoyo de drenaje y de planta

El hoyo de drenaje se realiza con cúter en forma de v en las bolsas de sustrato, se realizan seis cortes por bolsa, para que el agua que no es tomada por la planta de sandía salga por estos agujeros (Figura 10).



Figura 10. Hoyo de drenaje en las bolsas de sustrato

Finalizado dicha labor, las bolsas de sustrato se voltean y estiran para que no haya dobleces que afecten posteriormente el área de quemado de la bolsa (Figura 11).



Figura 11. Bolsas ubicadas para realizar el hoyo de planta.

El hoyo de planta se realiza quemando las bolsas de sustrato con quemadores (Figura 12). Al ingresar a quemar debe sacudirse y limpiarse la base de los quemadores, puesto que caen

restos pequeños de carbón dentro de módulo que queman la manta, geomembrana y la misma bolsa. Se realizan tres hoyos por bolsa, el plástico quemado acumulado en la base del quemador debe tirarse en las carretillas y no en el piso. Paralelamente a realizar el hoyo de planta se retira la parte quemada de las bolsas para reducir el riesgo de un posible incendio dentro del módulo, la labor es peligrosa pues se trabaja con materiales inflamables, por lo cual, como medida de prevención se tienen extintores, carretillas ubicadas en puntos estratégicos para colocar los restos de bolsa calientes y una persona va detrás de cada quemador sacando el plástico quemado (Figura 13).



Figura 12. Formación de brasa para los quemadores.



Figura 13. Hoyo de planta en bolsas de sustrato.

3.2.9. Enzunchado

Previa a la hidratación de bolsas y posterior a instalar las mangueras de riego, se colocan los zunchos (cinta plástica utilizada para el amarre de objetos) debajo de la geomembrana, tres zunchos por cada metro lineal de cama (Figura 14).

Post hidratación se realiza el enzunchado que corresponde a engrampar los zunchos y formar la canaleta con la geomembrana, el agua de drenaje cae hacia los sumideros y no tiene salida fuera de las camas.



Figura 14. Ubicación de zunchos.

3.3. PUNTOS CRÍTICOS

3.3.1. Nivelación del terreno

- Mala nivelación de camas.
- La cama dentro del módulo no tiene pendiente.
- El área nivelada presenta hoyos.

3.3.2. Instalación de manta ground cover

- Dejar dentro de módulo, suelo sin cubrir con manta.
- Colocar incorrectamente las horquillas en la manta ground cover.
- Realizar cortes exagerados en la manta.
- Trabajar con menos de quince centímetros en las uniones entre mantas.
- Presencia de piedras grandes dentro del módulo después del tendido de manta.
- Desnivel de camas y caminos del terreno a trabajar.

- No realizar la corrección de instalación de manta ground cover en los sumideros.

3.3.3. Traslado de palé con sustrato

- Romper las bolsas de sustrato dentro del palé.
- Caída de palé con sustrato en el traslado con montacarga.
- Mal ubicación de palé en el camión.

3.3.4. Ubicación de geomembrana

- No cortar la medida correcta de geomembrana para posteriormente ubicarlas en camas y sumideros.
- Mal alineado de geomembrana.
- Deformación del tubo central que forma el rollo de geomembrana.

3.3.5. Ubicación de separador

- Quebrar el separador en el traslado y ubicación por cama.
- Colocar más de un separador debajo de la bolsa de sustrato.
- No colocar separador.
- Poner incorrectamente los separadores.

3.3.6. Ubicación de bolsas

- Ubicar bolsas rotas de fibra de coco en las camas.
- Distribuir con separación mayor a diez centímetros entre las bolsas de sustrato en las camas.
- Colocar las bolsas de sustrato con más de cinco centímetros de distancia al sumidero.
- No retirar bolsas de sustrato excedentes en las camas después de ser hidratadas.

3.3.7. Hoyo de drenaje y de planta

- Dejar bolsas sin hoyar.
- Realizar diferente número de aberturas por bolsa de sustrato según lo estipulado.

- Quemar los materiales ubicados dentro del módulo (manta ground cover, geomembrana, bandejas y bolsas de sustrato).
- Quemar bolsas y no tener extintor en la realización del proceso.
- Tirar la acumulación de plásticos quemados fuera de las carretillas ubicadas dentro del módulo.
- No sacudir y limpiar la base del quemador antes de ingresar a realizar la labor.
- Hoyar con distanciamiento desigual en la superficie de bolsa.

3.3.8. Enzunchado

- Engrampar incorrectamente los zunchos.
- Mala distribución de zunchos por cama.
- Enzunchar teniendo desigualdad de tamaño de geomembrana por cada lado de bolsa de sustrato.

3.4. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA

Proceso correspondiente que involucra todas las labores desarrolladas en las plantas (Figura 15).

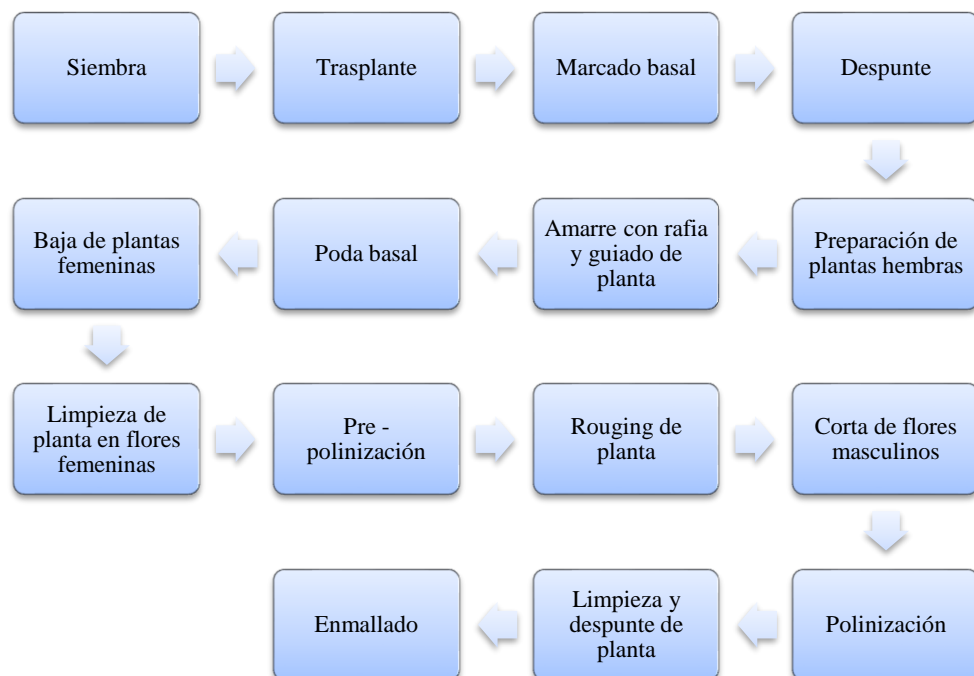


Figura 15. Labores de producción de semilla

3.4.1. Siembra

La siembra se lleva a cabo en almácigo, en bandejas de 98 alveolos (Figura 16). Las plántulas macho serán sembrados con quince días de anterioridad a la siembra de plántulas hembras, debido a que se necesita que las plantas macho cuajen fruta para verificar que las características morfológicas correspondan a la variedad y se asegure al 100% que no haya presencia de fuera de tipo; la germinación de semilla dura de ocho a diez días aproximadamente.



Figura 16. Siembra de sandía.

3.4.2. Trasplante

El trasplante en plantas macho se realiza inicialmente con el rastrillado de camas donde se uniformiza la cantidad de tierra, consecutivamente con el ahoyador se ejecuta el hoyo de trasplante en la parte superior de la cama (Figura 17).

El hoyo de cama se realiza 48 horas antes del trasplante y tiene la profundidad necesaria dependiendo del tamaño del cubo de bandeja, dichas bandejas son trasladadas y ubicada en las camas dentro del módulo (Figura 18).

Posteriormente se afloja y remueve el plantín de la bandeja con ayuda del removedor, se traslada la plántula del cubo de bandeja hacia el hoyo de cama y se presiona sutilmente el cuello de planta con tierra. No debe quedar bolsas de aire o turba descubierta.



Figura 17. Traslado de bandejas dentro del módulo.



Figura 18. Sellado de plántula.

Si quedan plantines sobrantes entre camas, estos deben ser destruidos (partir la planta por la mitad) y eliminados al finalizar el trasplante, no se deben trasplantar.

Terminado el trasplante se procede inmediatamente a regar (Figura 19). Dicho riego es importante para fusionar la turba con el suelo del módulo y a la vez para reponer el estrés hídrico que tiene la planta al realizar el trasplante.



Figura 19. Riego después del trasplante.

El procedimiento del trasplante en plántulas hembra es el mismo que el de plántulas macho, la única diferencia es que se realiza en bolsas de sustrato de fibra de coco y se coloca una planta por cada hoyo de bolsa.

3.4.3. Marcado basal

El marcado basal se realiza al 100% solo en plántulas macho, es decir, de donde se recogerán flores masculinas para polinizar las flores femeninas (Figura 20). Dicha labor se realiza de dos a seis días como máximo después del trasplante, consiste en colocar rafia con medida de 20 cm en la base de la plántula, debajo de los cotiledones. El objetivo principal del marcado basal es asegurar al 100% las plantas de la variedad, así también, facilitar el reconocimiento de plantas voluntarias presentes en la variedad para su posterior eliminación y evitar presencia de plantas fuera de tipo.



Figura 20. Marcado basal en plantas machos.

El marcado basal no se realiza en plántulas femeninas ya que éstas plántulas se trasplantan en sustrato de fibra de coco, las bolsas de sustrato vienen selladas y se hace solo un orificio por planta para su trasplante, por lo que el riesgo de presentarse algún fuera de tipo es mínimo.

3.4.4. Despunte

Esta labor se realiza aproximadamente entre 15 a 20 días después del trasplante, se corta el punto de crecimiento dejando cuatro hojas verdaderas tanto en plántulas machos y hembras. El despunte tiene como objetivo principal inducir el crecimiento, así también, obtener mejor desarrollo y uniformidad de guías laterales (Figura 21).



Figura 21. Despunte de plantas machos.

3.4.5. Preparación de plantas hembras

La preparación de plantas hembras significa escoger la mejor guía a trabajar y se realiza tanto en sandías diploides como tetraploides, las guías tienen que quedar ordenadas encima de la cama.

En plantas diploides de 20 a 25 días después del trasplante, se escoge dos guías laterales con mejor desarrollo y se procede a cortar las demás guías para que no haya competencia en el desarrollo de la guía seleccionada.

En plantas tetraploides de 26 a 30 días después del trasplante, se deja una guía lateral con mejor desarrollo y se cortan las demás guías laterales.

3.4.6. Amarre con rafia y guiado de planta

El amarre con rafia (fibra sintética de polipropileno) consiste en atar dicho material a 30 cm del cuello de la planta sin ajustarlo, enrollando la rafia por cada entrenudo de la planta y sujetarla al alambre de soporte para mantener derecha la planta.

En plantas machos diploides esta labor se realiza de 22 a 25 días después del trasplante, se amarra con rafia las dos guías laterales y se guían todos los brotes presentes en la planta ya que en plantas machos se busca obtener la mayor cantidad de flores disponibles para la polinización (Figura 22).

En plantas hembras diploides se amarra con rafia de 23 a 26 días después del trasplante con dos guías laterales y en plantas tetraploides de 27 a 32 días después del trasplante con una guía lateral, posteriormente se podan de tres a cuatro hojas basales por guía lateral (Figura 23).

Se tiene como objetivo principal obtener una planta equilibrada, obtención de mayor luz y presencia de mejores condiciones para la planta; así también obtener mejor visualización de cuaja de frutos del rouging.



Figura 22. Amarre con rafia y guiado de planta machos.



Figura 23. Amarre con rafia y guiado de plantas hembras en bolsas de sustrato.

3.4.7. Poda basal

El retiro de hojas basales se realiza tanto en plantas machos como hembras, en plantas machos se poda 2 a 3 hojas basales por guía lateral de 26 a 28 días después del trasplante, para tener una mejor visión de rouging de fruto.

En plantas hembras diploides se retira de dos a tres hojas basales por guía lateral de 30 a 32 días después del trasplante a diferencia de las plantas hembras tetraploides que se realizan de 32 a 35 días después del trasplante y se poda de 8 a 10 hojas para acortar el vigor de la planta, haya mejor aireación, se realice control de plagas y enfermedades más eficiente.

3.4.8. Baja de plantas hembras

Consiste en bajar las plantas de 30 a 40 cm y guiarlas en forma de “L” (Figura 24), tiene como objetivo principal obtener el botón en el nivel óptimo a trabajar. En plantas diploides se realiza de 30 a 32 días después de trasplante y en plantas tetraploides se realiza de 32 a 35 días después de trasplante.



Figura 24. Baja de plantas hembras.

3.4.9. Limpieza de planta en flores femeninas

La limpieza pre -polinización se realiza un día previo a la polinización, consiste en retirar los brotes debajo del botón (tercer o cuarto botón) y botones abiertos de la planta (Figura 25). Se ejecuta para evitar la presencia de frutos estándar y disminuir el riesgo de contaminación por autopolinización, así también para reducir la competencia y obtener mejor desarrollo del botón trabajado.



Figura 25. Botón abierto y botón óptimo de sandía.

3.4.10. Pre -polinización

El proceso de hibridación se efectúa alrededor de los 32 a 36 días después del trasplante, el inicio de la hibridación está sujeto al porcentaje obtenido del tercer y cuarto botón femenino, se tiene que conseguir como mínimo el 20% de botones con índice verde limón (Figura 26) a polinizar de las plantas trasplantadas, pues se busca que los días de polinización sean cortos, entre 8 a 12 días.



Figura 26. Botón óptimo de sandía.

Se realiza el retiro de estambres presentes, es decir, la emasculación, para asegurar la calidad y pureza de semillas y disminuir el riesgo de contaminación por autopolinización, Si bien las sandías son plantas monoicas (Figura 27), es decir, presencia de flores femeninas y masculinas independientes en la misma planta, en condiciones de estrés por falta de riego y manejo agronómico de planta, las flores femeninas presentan estambre (Figura 28).



Figura 27. Botón monoico de sandía.



Figura 28. Botón andromonoico de sandía.

El proceso de emasculación consiste en retirar los estambres verdes, para iniciar la labor la planta ya tiene que estar limpia de brotes y botones abiertos. Se identifica el botón óptimo con índice verde limón a trabajar, posterior a ello se retira los pétalos con una pinza (Figura 29) y se pone en una bolsa transparente para verificar el índice, luego se retira los estambres verdes presentes cuidando de no reventar las anteras y se colocan en un tacho transparente con alcohol al 70% (700 ml de alcohol/ 300 ml agua), al verificar el estigma del botón no debe tener resto de estambres, se pone encima un sobre de papel rayado en buen estado para evitar contaminación por autopolinización y finalmente se asegura el sellado cubriendo en su totalidad al botón emasculado.

Si en el proceso se encuentran botones con estambre amarillos, estos botones deben ubicarse al inicio de la cama y no trabajarse. La desinfección de la pinza con alcohol al 70% es realizada por cada botón.



Figura 29. Emasculación de botón de sandía.

3.4.11. Cajas de abeja

De 26 a 28 días después del trasplante de plantas macho, se colocan cajas de abeja de 7 a 10 días aproximadamente, al inicio de la cama ubicada la caja hay una identificación con una figura de abeja para que todo el personal que ingrese a trabajar tenga el cuidado necesario y no ocurra algún accidente (Figura 30).

El objetivo de colocar cajas de abejas es obtener una mejor polinización de botones de plantas machos, por lo tanto, tener mayor porcentaje de fruta cuajada, machos al 100% puro y se tiene mejor rouging de plantas.



Figura 30. Ubicación de cajas de abejas.

3.4.12. Rouging de planta

El rouging de planta es el proceso que consiste en verificar al 100% las características de la planta y fruto marcada, para asegurar la pureza y calidad de la semilla, así también, detectar alguna planta o fruto fuera de tipo y proceder a su eliminación, antes de que se realice la cosecha de flores.

Se realiza de 32 a 38 días después del trasplante y se marca con rafia de colores (Tabla 2) las plantas dependiendo al porcentaje de fruto cuajado encontrado en la variedad, por ello:

Tabla 2: Colores de marca de rouging por repaso

Color de marca	N° de repaso
Blanco	Primer repaso
Naranja	Segundo repaso
Lila	Tercer repaso
Negro	Fruto pequeño por confirmar y plantas vacías

- Si el porcentaje de fruto cuajado es menor al 50%, se realizan tres repasos cada cuatro días marcando plantas con frutos identificados del tamaño de un puño que presenten características morfológicas de la variedad.

Para el primer repaso, la revisión es minuciosa, se verifica que todas las plantas cuenten con marcado basal y se revisa las características morfológicas de la planta y fruto (tamaño, color, forma), dichas plantas se marcan con rafia de color blanco, de encontrarse alguna planta sin marcado basal o en todo caso una planta con características diferentes se procede a retirarlas.

Los posteriores repasos se realizan de tres a cuatro días con otro color de rafia (naranja y lila), se revisa las características morfológicas del fruto del tamaño de un puño. Finalizado los tres repasos del rouging se tiene un porcentaje total de plantas con frutos revisados con el cual posteriormente se trabajarán para polinización y se tiene un porcentaje mínimo de plantas vacías que serán eliminadas para poder tener al 100% las plantas revisadas.

- Si el porcentaje de fruto cuajado es mayor al 50%, se marca con rafia negra (Tabla 2) las plantas con fruto del tamaño menor a un puño y plantas vacías (Figura 31), quedando las plantas con fruto grandes sin marcar. Después de tres a cuatro días se hacen repasos para desatar la rafia negra en plantas con fruto grande pertenecientes

a la variedad, finalizado los 3 repaos del rouging se tiene un porcentaje total de plantas sin marca con frutos revisados y un porcentaje mínimo de plantas vacías con marca de color negro que serán eliminadas para poder tener al 100% las plantas revisadas.



Figura 31. Rafiá negra en plantas de sandía con frutos pequeños y vacíos.

El porcentaje final del rouging es importante porque dependiendo de ello se trabajará en la polinización (Tabla 3), por lo cual:

Tabla 3: Formas de polinización según el rouging

Polinización	Porcentaje de rouging
Rouging al 100%	$\geq 65\%$ y tiene buena oferta de flores
Con y sin rouging	$>30\%$ y $<65\%$: 2 lotes $=65\%$ y no tiene buena oferta de flores
Sin rouging	0-30%: se bloquea

- Si el porcentaje de rouging es mayor o igual al 65% y hay una buena oferta de flores, las plantas vacías encontradas en la variedad donde no se pudo reconocer las características morfológicas son eliminadas y finalmente se tendrá al 100% de plantas revisadas.
- Si el porcentaje de rouging es menor al 30%, se procede a dividir la variedad en bloques de la misma cantidad tanto en plantas machos como en hembras, cada bloque se trabajará independientemente como si fueran distintas variedades. Se divide de

esta manera porque no se pudo verificar que las plantas pertenezcan a la variedad, se busca disminuir el riesgo por contaminación y reducir la pérdida por eliminación porque de encontrarse un fuera de tipo en un bloque, se procede a eliminar todo el bloque y se empieza de cero.

Al finalizar el marcado de planta y al validar el correcto marcado, se procede a desfrutar dichas plantas marcadas, así, mantener las plantas jóvenes y obtener mayor cantidad de flores masculinas.

3.4.13. Corta de flores masculinos

Para esta labor se utilizan vasos enumerados y cajas de tecnopor correctamente identificados indicando la especie, variedad y bloque a trabajar. Tanto cajas como vasos tienen que contar con la misma identificación y figura.

Antes de realizar dicha labor se tiene que tener en cuenta: identificación correcta de la variedad y correcta ubicación del material, verificar las separaciones físicas para evitar entrecruzamiento de guías, revisar el estado de rouging que presente la variedad, confirmar que la casa malla no presente aberturas y esté libre de insectos.

El procedimiento consta de recoger las flores con índice correcto (Fig. 30) y colocarlo dentro de un vaso, para su posterior almacenamiento en cajas de tecnopor que se tiene por variedad. Las cajas de tecnopor cuenta con rejillas y un pegamento en la base que son trampas para disminuir la cantidad de trips ubicado en las flores.



Figura 32. Índice correcto de corta de flores de sandía.

Terminada la corta de flores, dichas cajas son trasladadas y ubicadas en la misma variedad en módulo de plantas femeninas, en un lugar bajo sombra para mantener las flores frescas y el polen siga viable.

Previamente a realizar la corta de flores por variedad se tiene que cerciorar que el personal tenga las uñas cortas y sin alhajas en las manos, adecuada desinfección y capacitación indicando el procedimiento e índice correcto de flor a cortar.

3.4.14. Polinización

Consiste en coger dos flores masculinas, sujetar los pétalos y doblarlos hacia atrás, quedando expuesto los estambres para dar toques suaves al estigma de la flor femenina, el estigma del botón quedara cubierto completamente con polen. Posterior a ello, se coloca una marca (en forma de aro) de color definido dependiendo del día de polinización en el pedúnculo del botón polinizado y de esta manera queda constancia de que el botón ha sido polinizado (Figura 33), finalmente se cubre el botón con un sobre de papel blanco en buen estado y sellado correctamente. Al realizar la polinización no se debe realizar otras labores como limpieza de planta ya que corre el riesgo que ocurra autopolinización y se contamine la variedad.

Antes de iniciar la polinización se tiene en cuenta: el folder de la variedad (se registra el avance de polinización por día, características de la variedad y alguna observación encontrada), programación de polinización (indica la fecha establecida para iniciar la polinización y por lo cual se tiene que tener preparado todos los materiales a utilizar), no haya presencia de abejas dentro de la casa malla, revisar las separaciones físicas (división de las variedades dentro de la misma casa malla), identificación y ubicación correcta de los materiales en la variedad, cerciorarse que el sobre rayado que cubre correctamente el botón emasculado siga manteniéndose en buen estado y verificar que el estigma a cubrir con polen no tenga restos de estambres.

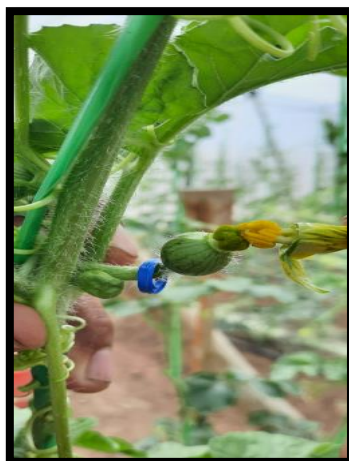


Figura 33. Polinización en botón de sandía.

3.4.15. Limpieza y despunte de planta

Se realiza después de terminar la polinización y se presente frutos cuajados, se retiran los brotes y botones femeninos no polinizados manualmente (Figura 34) para disminuir la competencia de nutrientes, el objetivo principal es tener un mejor desarrollo y cuaja del fruto polinizado.

El despunte se realiza para evitar el crecimiento de la planta y posteriormente se emita brotes con botones femeninos, llamados fruto estándar, afectando la calidad y pureza del fruto polinizado.



Figura 34. Fruto generado por autopolinización.

3.4.16. Enmallado

Aproximadamente de 8 a 10 días después del inicio de polinización se debe enmallar el fruto polinizado (Figura 35), para sostener el fruto y así no se desprenda de la planta afectando el rendimiento de la variedad. Se realizan tres repasos dependiendo de los colores de marca utilizados en la polinización.

Antes de realizar el enmallado se elimina frutos estándar y frutos abortados, así también se tiene que verificar que el fruto cuente con la marca de polinización en el pedúnculo y posteriormente revisar que la base del fruto no cuente con pétalos. Una vez revisado tanto la base como el pedúnculo del fruto, se procede a colocar la malla. Cabe mencionar que todo fruto polinizado sin marca es considerado como fruto estándar y tiene que ser retirado de inmediato, lo primordial es asegurar la calidad y pureza del fruto.



Figura 35. Enmallado del fruto.

3.5. PUNTOS CRÍTICOS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE SANDÍA

Los puntos críticos se refieren a aquellas acciones que no debemos realizar porque causa posible contaminación ya sea por autopolinización o presencia de fuera de tipo, esto conlleva a que se afecte la calidad y pureza de la semilla.

3.5.1. Siembra

- Sembrar dos o más semillas por alveolo.
- Recoger semilla del suelo y sembrarla.
- No cubrir con turba la semilla sembrada.

3.5.2. Trasplante

- Trasplantar plántulas sin punto de crecimiento.
- Mal sellado de planta (muy profundo o muy superficial).
- Mas de un plantín en un mismo cono, sea de igual o distinta especie. (Figura 36).



Figura 36. Dos plantines de diferente especie en un mismo cono.

3.5.3. Marcado basal

- Realizar el marcado basal a partir del quinto día después del trasplante. El marcado basal debe colocarse correctamente debajo de los cotiledones (Figura 37) y rodeando completamente a la plántula.
- Colocar incorrectamente la marca con rafia blanca (Figura 38), al no estar bien colocada puede salirse con facilidad.
- Realizar el marcado basal en plántulas que no presenten turba.



Figura 37. Marcado basal correcto.



Figura 38. Marcado basal incorrecto.

3.5.4. Despunte

- Despuntar y dejar menos o más de 4 hojas.
- Cortar la rafia del marcado basal.
- Cortar la manguera de riego.
- No cumplir con los días establecidos (15-20 días después del trasplante) para realizarse la labor.

3.5.5. Preparación de planta

- Identificar correctamente las guías laterales.
- No ordenar las guías encima de la cama.
- Formar plantas sin marcado basal.
- Cortar rafia o manguera.
- No se realizó poda de guías laterales de planta de sandía en los días establecidos (Figura 39).



Figura 39. Guías de sandía sin formación de planta.

3.5.6. Amarre con rafia y guiado de planta

- Dejar entrenudos libres.
- Romper la rafia.
- Realizar un mal nudo de rafia en la base de planta y en el nudo en el alambre.
- Pisar las camas.

3.5.7. Poda basal

- Podar plantas sin marcado basal.
- Realizar una poda extrema.
- Cortar rafia o manguera.

3.5.8. Baja de planta

- Quebrar plantas, pues, no se llegaría al rendimiento solicitado (Figura 40).



Figura 40. Planta quebrada de sandía.

3.5.9. Limpieza de planta

- Dejar frutos pasados (Figura 41) y brotes debajo del botón a trabajar.



Figura 41. Flor femenina de sandía con pétalos abiertos.

3.5.10. Pre Hibridación

- No identificar la variedad.
- No verificar el estado de modulo, separaciones físicas correctas y presencia de insectos.
- Emascular botones con el índice incorrecto (Figura 42).



Figura 42. Flor abierta de sandía.

- Utilizar sobres en mal estado (Figura 43) y no asegurar el sellado (Figura 44).



Figura 43. Sobre roto de emasculación.



Figura 44. Mal sellado del sobre.

- No colocar los estambres en el tacho.
- No eliminar los botones con estambre amarillo.
- Emascular botones con estambre amarillo.
- No ubicar los botones con estambre amarillo al inicio de la cama.
- No emascular botón con índice verde limón.

3.5.11. Puntos críticos en rouging de plantas y disfrute de machos

- No verificar la identificación de la variedad.
- Plantas con fruto sin marcar.
- No tener la programación de rouging macho, registro de marcado y disfrute de machos.
- Retirar el fruto de la planta antes de realizarse el rouging.

3.5.12. Puntos críticos en Corta de flores

- No tener la programación de polinización, registro de corta de flores y de hibridación.
- No verificar las separaciones físicas entre variedades (rotas, caídas)
- Ubicación errada del material (cajas y vasos con flores).
- Entrecruzamiento de guías de distintas variedades.
- No verificar el estado de rouging que presento la variedad.
- Módulo presenta la malla antiáfida rota.
- Cosechar con materiales correspondientes a otra variedad.
- Recoger flores con índice incorrecto, es decir, flores inmaduras (Figura 45) o flores pasadas (Figura 46).
- Recoger flor caída en el suelo.
- No comunicar pérdida de vaso.



Figura 45. Flor inmadura de sandía.



Figura 46. Flor pasada de sandía.

3.5.13. Polinización

- No tener el folder de la variedad, registro de hibridación, programación de polinización.
- No verificar el estado de módulo y presencia de abejas.
- No revisar las separaciones físicas entre variedades.
- Identificación y ubicación incorrecta de los materiales en la variedad.
- Realizar marcado incorrecto o no realizar marcado de la flor a polinizar.
- Botón polinizado con restos de estambre presente.

- No realizar una buena polinización, es decir, hay parte del estigma no cubierto con polen.
- Utilizar sobre en mal estado y no asegurar un buen sellado.
- Limpiar la planta y polinizar al mismo tiempo.
- Descubrir dos o tres sobres al mismo tiempo.
- No revisar los materiales al 100% durante los días de polinización.
- No se registra correctamente color de marca, fecha, conteo de marcas en folder y aplicación de polinización.

3.5.14. Enmallado

- No revisar marca y base del fruto antes de enmallar.
- No limpiar brotes, frutos estándar antes de realizar el enmallado.
- Fruto estándar con marca enmallado.
- Fruto enmallado sin marca.
- Usar mallas en mal estado (rotas).
- No comunicar si se encuentra un fruto con características morfológicas diferentes (color, forma).

3.6. METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN PARA DECISIÓN DE CIERRE DE HIBRIDACIÓN

3.6.1. Registro de plantas preparadas

Formato llenado en tiempo real donde se verifica si se llega al pedido de planta respecto con los trasplantado. En este registro tenemos la cantidad de plantas pedidas, plantas trasplantadas y el conteo de plantas enrafiadas por cama; así también, las fechas cuando se realizó el trasplante, la formación de planta y el amarre con rafia.

3.6.2. Registro de rouging de machos

Formato donde se registra en tiempo real el total de plantas con fruto por color de marca de rouging en plantas masculinas. Dicho conteo va a depender de la cantidad de repasos de rouging que se realice en la variedad.

3.6.3. Registro de entrega de machos para disfrute

Formato llenado en tiempo real donde se registra el color de rafia a disfrutar y se verifica que se realiza el disfrute del color de marca de rouging indicado.

3.6.4. Registro de conformidad antes de empezar hibridación

Formato donde se verifica que todo está conforme para iniciar la pre hibridación y donde se da conformidad ciertos procesos, tales como:

- Módulo libre de abejas (colmena).
- Módulo sin aberturas (hoyos).
- Módulo enumerado por camas.
- Variedad con separación física.
- Variedad sin guías entrecruzadas.
- Se realizó disfrute de plantas marcadas.
- Materiales identificados correctamente (vasos, cajas).
- Se eliminó plantas sin rouging.
- Se realizó guiado y limpieza de variedad (plantas hembras).
- Módulo cuenta con termómetro.
- Materiales de hibridación disponibles (sobres rayados, blancos y marcas).

3.6.5. Registro de corta de flores masculinas

Formato donde se tiene información de los materiales y cantidad de flores disponibles. Se registra fecha, inicio y fin de la corta de flores, total de vasos y cajas a usarse, por último, la hora de llegada de flores al módulo de las plantas femeninas.

3.6.6. Registro de hibridación

Formato donde se registra el porcentaje diario de flores trabajadas, temperatura y porcentaje de humedad relativa de inicio y fin de polinización del día. Así también se registra el número de plantas pedido, número de plantas trabajadas y número de plantas vacías, con el fin de evaluar el avance de polinización y dar fin de la labor si se llega al pedido de plantas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proceso de instalación implica toda labor correspondiente previo al trasplante, desde la nivelación del terreno, estructura de casa malla y ubicación de manta ground cover, geomembrana, separadores, bolsas y zunchos.

Primeramente, la nivelación del terreno se realiza con retroexcavadora con pendiente del 1%, ya que el terreno debe tener caída desde la salida de bigote hasta el sumidero de cada cama y así posteriormente no tener problemas por empozamiento de agua dentro de la casa malla. Luego se realiza el armado de la base de la casa malla y se coloca la malla antiáfida.

Finalizado la construcción de la casa malla, se procede a forrar todo el piso con la manta ground cover, se coloca la geomembrana, separadores y bolsas por cada cama.

Producir semillas con fibra de coco (sustrato) bajo condiciones de casa malla tiene varios beneficios con respecto a sembrar directamente en el suelo; reduce los costos en jornales, uniformidad de plantas y mejores rendimientos por el fertirriego. Además, permite laborar dos campañas con la misma casa malla instalada solo realizando la desinfección del sustrato.

El proceso de hibridación implica la corta de flores, emasculación y polinización; es un factor importante dentro de la actividad agronómica para obtener semillas de calidad; lo que conlleva a tomar decisiones inmediatas después de un error. Los principales tipos o causas de contaminación que se presentan en el proceso de hibridación son: la autopolinización y la presencia de fruto fuera de tipo, ambos tipos de contaminación afectan la calidad de la semilla obtenida.

La autopolinización puede ocurrir cuando se poliniza flores femeninas que presenten restos de estambre y al realizarse una mala limpieza de planta (brotes sin eliminar en la planta).

La presencia del fruto fuera de tipo ocurre cuando no se realiza un buen rouging de plantas macho y además si se colecta flores de otra variedad diferente a la que se requiera.

Según la FAO y AfricaSeeds (2019) para que una semilla sea de calidad tiene que presentar pureza física, es decir, no hay presencia de semillas de otros cultivos, por lo que es

importante cumplir con los procedimientos establecidos tales como marcar las plantas, realizar rouging, retirar brotes con flores femeninas no utilizadas.

Para disminuir el riesgo de contaminación por presencia de fuera de tipo, se verifica que todas las plantas macho pertenezcan a la variedad, por ello se realizan labores de marcado de planta y de fruto considerando las características morfológicas. De dichas plantas se cortarán flores para usarlas en la polinización. La metodología es sencilla si para la corta de flores se trabaja con rouging al 100%, porque se cortarán flores de todas las plantas de la variedad. La labor es compleja cuando no se observa un fruto propiamente formado con las características de la variedad. Por ello se procede a dividir y trabajar por bloques la variedad a producir, tanto en la corta de flores como en la polinización, de esta manera si se encuentra un fruto fuera de tipo dentro de algún bloque de la variedad, se eliminan flores y frutos polinizados de dicho bloque. Realizar esta labor, con más de un grupo por variedad aumenta la existencia de los puntos críticos. Debido a ello, se realizan mayores capacitaciones y aumenta las supervisiones. Así mismo, se incrementa la cantidad de registros, los materiales y el personal.

Obtener semillas de calidad también está relacionado a que las decisiones a tomar frente a un problema sean inmediatas y distintas por cada situación, como por ejemplo, se ha presentado casos de mala ubicación del material por bloque y posterior corte de flores errado, el personal por distracción o por falta de capacitación no respetó y paso la separación física mezclando flores de bloques distintos, al llegar flores cortadas al módulo de hembras se ubicaron las cajas a un grupo que no corresponde y se polinizo erradamente, entre otros; en todos los casos se procede a eliminar las flores o botones polinizados de dicho error, el objetivo es obtener semillas de calidad por lo que ante algún mínimo riesgo de contaminación es preferible volver a realizar el proceso a un posible error.

Capacitaciones frecuentes sobre el procedimiento de labores a todo el personal, produce menor incidencia de errores y reducción de una posible contaminación. Las capacitaciones en primera instancia son realizadas con material audiovisual (diapositivas,

fotografías, videos), seguido de la práctica dentro de la casa malla y finalmente se hace un recordatorio al empezar cada labor. El uso de aplicativos por celular para el llenado de registros, mejoras en los formatos de rouging de plantas machos y polinización, capacitaciones de cómo usar el aplicativo a todos los auxiliares y responsables de labores, de esta manera se tienen un registro del historial por campaña de cada variedad.

V. CONCLUSIONES

El proceso para obtener semillas híbridas de calidad de sandía en sustrato bajo condiciones de casa malla, se basa en: siembra, trasplante, preparación de plantas hembras, limpieza de planta en flores femeninas, rouging de planta, emasculación, corta de flores machos, polinización y enmallado.

El proceso de instalación de casa malla en el cultivo de sandía bajo condiciones de sustrato consta de: nivelación de terreno, armado de casa malla, instalación de manta ground cover, traslado de palé de sustrato, ubicación de geomembrana, separador y bolsas, realizar hoyos en las bolsas de sustrato y enzunchado.

Los puntos críticos en la instalación de casa malla son: la mala nivelación del terreno, dejar suelo sin cubrir con manta ground cover, no realizar los hoyados en las bolsas de sustrato y quemar los materiales dentro del módulo. Los puntos críticos en el proceso de producción de semilla de sandía son: el no realizar marcado basal en plantas masculinas, hacer un mal nudo de rafia en la base de la planta y dejar entrenudos libres sin enrafiar, quebrar plantas de sandía, presencia de frutos estándar y brotes debajo del botón a polinizar después de la limpieza de planta femenina, emasculación de botones con estambre amarillo, entrecruzamiento de guías entre variedades en la corta de flores machos, no cubrir completamente con polen el estigma del botón polinizado y no realizar bien el enmallado.

VI. RECOMENDACIONES

Reducir incidencias de puntos críticos tanto en procesos de instalación de casa malla y producción de semilla, formando equipos de trabajo para cada proceso en el manejo agronómico de la planta y mantener a estas personas en la misma labor hasta terminada la campaña.

Realizar reuniones semanales con los responsables de cada labor en el proceso de instalación de casa malla y producción de semillas, para programar las actividades a realizarse en la semana, distribuir el total del personal por labor y dialogar los sucesos ocurridos por errores o mejoras obtenidas.

Formar equipos de trabajo para cada proceso en el manejo agronómico de la planta y mantener a estas personas en la misma labor hasta terminada la campaña.

Capacitar y evaluar mensualmente a los líderes de cada labor.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrodata. (16 agosto del 2019). *Agrodata Perú*. (W. Koo, Ed.) Recuperado el 31 de octubre de 2022, de <https://www.agrodataperu.com/2019/08/semillas-hortalizas-peru-exportacion-2019-julio.html>
- Alvarado, P., Escalona, V., Martín, A., Monardes, H. y Urbina, C. (2009). Manual del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*). Recuperado el 25 de octubre de 2022, de https://www.academia.edu/20176525/Manual_del_cultivo_de_melon_y_sandía
- Asociación Española de Fabricantes de Agronutrientes. (2019). Recuperado el 25 de octubre de 2022, de <https://aefa-agronutrientes.org/glosario-de-terminos-utiles-en-agronutricion/fibra-de-coco>
- Borda, S. (2015). “APLICACIÓN FOLIAR DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*) cv. BLACK FIRE BAJO CONDICIONES DE CAÑETE”. (Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria La Molina). <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3674/borda-ovalle-sandra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bracho, J; Pierre, F; Quiroz, A. (2009). Caracterización de componentes de sustratos locales para la producción de plántulas de hortalizas en el estado Lara, Venezuela. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/52044/52147>
- Bomfim, IGA, Bezerra, Nunes, Freitas y Aragao, FASD (2015). Requerimientos de polinización de variedades de sandía mini con semilla y sin semilla cultivadas en

ambiente protegido. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 50, 44-53.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7319119/>

Carlile, WR; cattivello, C; Zaccheo, P. (2015). Organic Growing Media: Constituents and Properties. Vadose Zone Journal.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/52044/5214>

Castro, S; Aldrete, A; Lopez J; Ordaz, V. (2019). Physical and chemical characterization of substrates based on pine bark and dust. Madera y Bosques. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/52044/52147>

CHIRINOS, H. (2000). Fertilización de Melón (*Cucumis melo*) y de sandía (*Citrullus lanatus*) (en línea) Año 2. N° 14, Guadalajara, México. <http://www.allabs.com.mx>

CORPOICA. (2000). *El cultivo de la sandía o patilla (Citrullus lanatus) en el departamento del Meta*. (J. Orduz, G. León, A. Chacón, V. Linares, y C. Rey, Edits.) Recuperado el 30 de octubre del 2022, de Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria:
<http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3765/1/052.pdf>

Delaplane,K; Mayer, R y Mayer D. (2000). Polinización de cultivos por abejas. <https://hanseandina.com/2023/01/06/la-importancia-de-la-polinizacion-en-los-cultivos-cafe-solanaceas-y-cucurbitaceas/>

Di Benedetto, A. (2005). Manejo de cultivos hortícolas. Bases ecofisiológicas y tecnológicas. Orientación Grafica Editora. Buenos Aires. Argentina. 373 p.

Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., Martin, A. (2009). Manual de cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo L.*). Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. 18 pp.

- FAO WATER (Food and Agriculture Organization). (2013). Evapotranspiración del Cultivo. <ftp://ftp.fao.org/aglw/docs/idp56s.pdf>
- FAO y AfricaSeeds. (2019). *Materiales para capacitación en semillas*. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de Modulo 3: Control de calidad y certificación de semillas. <https://www.fao.org/3/ca1492es/CA1492ES.pdf>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía. PDF. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/20.500.14001/6667/NR40898.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Infoagro. Elección del sustrato ideal para producción hortícola de alto rendimiento. https://www.infoagro.com/documentos/eleccion_del_sustrato_ideal_produccion_horticola_alto_rendimiento.asp
- Infoagro. (2002). El cultivo de la sandía. PDF. https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandia.htm
- Juarez, B. (2008). Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis. Seminis vegetable seeds inc. Woodland, California, Estados Unidos.
- Maroto, M y Pomares, F. (2002). El cultivo de la Sandía. Madrid, ES. Mundi-Prensa. 322 p.
- Mavi. K., (2010). The relationship between seed coat color and seed quality in watermelon Crimson sweet. Department of Horticulture Antakya, Faculty of Agriculture, Mustafa Kemal University, Hatay, Turkey. https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/53_2009-HORTSCI.pdf
- MOLINA, E. (2002). Fertilización foliar de los cultivos frutícolas. In. Memoria de curso de Fertilización Foliar: principios y aplicaciones. Universidad de Costa Rica,

Centro de Investigaciones Agronómicas, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS),. pp. 85-103.

Montenegro, G. (2012). Polen apícola chileno. Diferenciación y usos según sus propiedades y origen floral. Grafica LOM. Santiago. Chile. 161 p.

Panta, S. (2015). “NIVELES DE FERTILIZACIÓN POTÁSICA EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*) cv. ‘BLACK FIRE’”. (Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria La Molina). <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/1406/t007163.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Peñaloza, P. (2001). Semillas de hortalizas. Manual de producción. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Valparaíso. Chile. 161 p.

Ramos, C. (2021). “MÉTODOS DE HIBRIDACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS EN: PEPINILLO (*Cucumis sativus*), SANDÍA (*Citrullus lanatus*) Y ZAPALLITO (*Cucurbita pepo*)”. (Tesis Ing. Agr., Universidad Nacional Agraria La Molina). <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4967/ramos-meneses-claudia-maria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sawe, T., Nielsenb, A., Totland, O., Macrice, S. y Eldegard,k. (2020). Inadequate pollination services limit watermelon yields in northern Tanzania. Basic and Applied Ecology. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2020.02.004>

Stino, R.G., S., Abd El-Wahab, S.A. Habashy, R.A. Kelami. (2011). Productivity and fruit quality of three mango cultivars in relation to foliar sprays of calcium, zinc, boron or potassium. Journal of Horticultural Science y Ornamental Plants, 3(2), 91-98. <https://doi.org/10.1080/15538362.2016.1259085>

Soto, F y Betancourt, A. (2022). Evaluación de metodologías para determinar las características físicas de un sustrato de fibra de coco. *Agronomía Costarricense*, 46(2). <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agrocost/article/view/52044/52147>