

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**EXAMEN PROFESIONAL**



**“MANEJO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*) TETRAPLOIDE PARA  
PRODUCCIÓN DE SEMILLA”**

**Presentado por:**

**ENZO PATRICIO RODRIGUEZ LUNA**

**Trabajo Monográfico para optar el Título de:**

**INGENIERO AGRONOMO**

**LIMA – PERU**

**2017**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

**TITULACIÓN  
EXAMEN PROFESIONAL 2017**

Los Miembros del Jurado, luego de someter a la Bachiller ENZO PATRICIO RODRIGUEZ LUNA, a los respectivos exámenes y haber cumplido con presentar el Trabajo Monográfico titulado: MANEJO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*) TETRAPLOIDE PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA, lo declaramos:

**A P R O B A D O**

.....  
Ing. M. S. Andrés Casas Díaz  
**PRESIDENTE**

.....  
Ing. Mg. Sc. Ruby Vega Ravello  
**MIEMBRO**

.....  
Ing. Mg. Sc. Luis Beingolea Peña  
**ASESORA**

LIMA - PERU

2017

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, por su gran amor y apoyo incondicional, por sus ejemplos de perseverancia y constancia que me han infundado siempre.

Agradecer a mi asesor Ing. Mg. Sc. Luis Beingolea Peña, por su apoyo y asesoramiento en la elaboración de la presente.

## INDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	2
2.1. Origen.....	2
2.2. Clasificación botánica.....	2
2.3. Descripción morfológica.....	2
2.4. Fenología.....	4
2.5. Requerimientos.....	5
2.5.1. Clima.....	5
2.5.2. Suelo.....	8
2.5.3. Riego.....	8
2.5.4. Fertilización.....	9
2.6. Plagas y enfermedades.....	9
2.6.1. Plagas.....	10
2.6.2. Enfermedades.....	11
2.7. Fisiopatías.....	13
2.7.1. Vigor excesivo.....	13
2.7.2. Cracking.....	13
2.7.3. Podredumbre apical.....	14
2.7.4. Deformidad.....	14
2.7.5. Aborto.....	14
2.8. Bases genéticas de la producción de semilla tetraploide.....	14
III. DESARROLLO DEL TEMA.....	17
3.1. Generalidades de la producción de semilla tetraploide.....	17
3.2. Proceso de producción.....	17
3.2.1. Recepción.....	17
3.2.2. Siembra.....	18
3.2.3. Preparación de Terreno.....	21
3.2.4. Instalación.....	21
3.2.5. Trasplante.....	22
3.2.6. Hibridación.....	24
3.2.6.1. Despunte.....	24
3.2.6.2. Enrafiado.....	24
3.2.6.3. Preparación de planta.....	25
3.2.6.4. Pre-polinización.....	25
3.2.6.5. Corta de flores.....	27
3.2.6.6. Polinización.....	28
3.2.6.7. Poda de guarda.....	29
3.2.7. Enmallado.....	29
3.2.8. Roguing.....	30
3.2.9. Cosecha.....	30
3.2.10. Trilla.....	32
3.2.11. Lavado.....	34
3.2.12. Secado.....	36
3.2.13. Limpieza.....	37
3.2.14. Almacenamiento.....	39
IV. CONCLUSIONES.....	40
V. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	41
VI. ANEXOS.....	43

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1:</b> Etapas fenológicas de la Sandía ( <i>Citrullus lanatus</i> ).....	4
<b>Cuadro 2:</b> Plan de fertilización de almácigo.....	20
<b>Cuadro 3:</b> Duración periodo polinización Cucurbitáceas.....	28

## INDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1:</b> Corte longitudinal fruto sandía tetraploide.....	4
<b>Figura 2:</b> Rendimiento gramo/planta de sandías tetraploides por semana y mes de polinización en Cañete.....	6
<b>Figura 3:</b> Registro de temperatura máxima y mínima (°C) durante la temporada 2016-2017 (Estación meteorológica Cañete).....	7
<b>Figura 4:</b> Kc durante las Etapas fenológicas de la Sandía.....	9
<b>Figura 5:</b> Base de tallo infectado por <i>F. oxysporum</i> .....	12
<b>Figura 6:</b> Hoja con presencia de Oídium.....	12
<b>Figura 7:</b> Secuencia de producción de semilla triploide.....	16
<b>Figura 8:</b> Desinfección de camas almacigueras.....	18
<b>Figura 9:</b> Instalación de las bandejas en las camas almacigueras.....	19
<b>Figura 10:</b> Hoyado previo al trasplante.....	23
<b>Figura 11:</b> Lanzado de plántulas durante el trasplante.....	23
<b>Figura 12:</b> Despunte apical.....	24
<b>Figura 13:</b> Preparación de planta.....	25
<b>Figura 14:</b> Flor hermafrodita sin corola.....	26
<b>Figura 15:</b> Botón apto (verde limón).....	27
<b>Figura 16:</b> Enmallado de fruto de sandía.....	30
<b>Figura 17:</b> Semillas con “chaqueta corta”.....	32
<b>Figura 18:</b> Arrumado de los frutos de sandía por color de polinización.....	32
<b>Figura 19:</b> Trilla manual de sandía.....	33
<b>Figura 20:</b> Trilla mecánica de sandía.....	34
<b>Figura 21:</b> Lavado de semilla a través del uso de canoas.....	35
<b>Figura 22:</b> Lavado de semilla a través del uso de harneros.....	35
<b>Figura 23:</b> Limpiador de semilla de aire y zarandas.....	38

## RESUMEN

El manejo de sandía para producción de semilla tetraploide consta de varios procesos marcadamente diferenciados. Considérese a su vez que el desarrollo y selección de líneas tetraploides es solamente parte del proceso de producción de sandías sin semilla. A diferencia de otras especies de cucurbitáceas, donde se reproducen semillas con un mismo número de juegos cromosómicos en cada generación, para producir sandías sin semilla o triploides se requieren dos parentales con diferente número de cromosomas cuyo producto es un híbrido con características especiales.

El éxito de la producción en el proceso de multiplicación de la semilla se basa en obtener rendimientos adecuados en términos de volumen, así como en la obtención de semilla con una pureza genética óptima. Para lograr estos objetivos se debe de manejar un protocolo estricto de calidad y además contar con condiciones climáticas adecuadas principalmente de temperatura, luminosidad y humedad. Así como también implementar medidas preventivas y de control específicas para evitar daños por plagas y enfermedades.

Se mencionan además varias de la fisiopatías o anormalidades a las que está expuesta la sandía durante su desarrollo y que finalmente son producto de desbalances fisiológicos generados por alguna deficiencia de nutrientes o por haberse realizado el cultivo fuera de la ventana óptima de producción.

## **I. INTRODUCCION**

La demanda de alimentos crece conforme va aumentando la población mundial. Así también se van diversificando las necesidades de los consumidores dado que se abren nuevos mercados gracias al proceso de globalización.

Dentro de este marco, los desarrolladores de nuevas líneas vegetales están obligados a:

1. Buscar nuevas variedades que satisfagan la demanda en cantidad de la población;
2. Lograr variedades con características organolépticas acorde con los gustos del cliente y
3. Producir variedades con características ventajosas sobre otras variedades tales como resistencias a enfermedades o a condiciones ambientales para que puedan ser competitivas en el mercado.

Los principales productores mundiales de semilla están en la constante búsqueda de lugares con las condiciones ambientales adecuadas. El Perú, al tener una amplia variedad de climas donde la mayoría de especies vegetales se pueden desarrollar y multiplicar, es un lugar privilegiado para la producción, y por lo tanto idóneo para el desarrollo de servicios de multiplicación de semillas.

Los bajos costos de producción, fundamentalmente el de mano de obra, también juegan un papel importante dentro de los factores que evalúa la empresa privada antes de decidir la zona de producción. El proceso de obtención de híbridos, proceso delicado que demanda cruce de diversos parentales, obliga a las compañías desarrolladoras de nuevas variedades a encontrar productores o multiplicadores que manejen procedimientos estrictos que aseguren la calidad y suministro de semilla en las cantidades y fechas deseadas.

Dentro de los productos con mayor demanda están las sandías triploides, cuya característica más atractiva – no tener semillas – se consigue a través procedimientos especiales de manejo. La empresa que da el servicio de multiplicación se dedica a multiplicar las líneas tetraploides y así mismo a cruzar las líneas tetraploides con líneas diploides para generar la semilla triploide. Es el productor comercial quien usa dicha semilla triploide para producir plantas con frutos sin semilla.

El objetivo de la presente monografía es describir el manejo agronómico y procedimientos que se aplican en las distintas fases de la multiplicación y producción de semilla para efectos de servir como guía en cualquier otro proyecto afín.



## II. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 Origen

La sandía (*Citrullus lanatus*) 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). Desde allí la llevaron a Europa donde los genetistas iniciaron los trabajos de mejoramiento para luego ser difundida ampliamente (CORPOICA, 2000).

### 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	:	<i>Citrullus lanatus</i> (Thunb) Matsum & Nakai

Pertenece a la familia de las cucurbitáceas, y recibe distintos nombres científicos, utilizados sinónimamente, como *Citrullus vulgaris* Schrad, *Citrullus vulgaris* (Thunb) Matsum & Nakai y *Colocynthis citrullus* (L) O. Ktze, con una dotación de 22 cromosomas ( $2n = 22$ ). Las sandías cultivadas actualmente se encuentran englobadas dentro del taxón *Citrullus lanatus* var. *Lanatus* (Maroto et al., 2002).

### 2.3 Descripción morfológica

La sandía tiene un hábito de crecimiento rastrero. Los tallos son delgados y pubescentes. Se pueden 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 se emiten en las axilas de las hojas (Infoagro, 2012). El tallo es

cilíndrico, asurcado longitudinalmente. Por su débil consistencia se tumban en el suelo, en el cual se apoyan para su crecimiento (CORPOICA, 2000).

Las raíces son extensas pero no profundas, con una raíz pivotante principal y muchas raíces secundarias (Juárez, 2008). La mayor parte del sistema radicular se encuentra distribuido superficialmente (Maroto et al., 2002).

Las flores de la 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. En esto también hay excepciones y existen variedades que dan flores pistiladas antes de que aparezcan flores estaminadas; así como también hay genotipos en los que la proporción antes mencionada puede ser menor (Juárez, 2008).

Según CORPOICA (2000), las relación entre flores masculinas y femeninas es de 7 a 1; las flores femeninas se reconocen por un abultamiento muy notorio que presentan debajo de la corola el cual corresponde al ovario donde más adelante se formará el fruto. El cáliz es de color verde con cinco pétalos unidos por su base, con simetría regular o actinomorfa. Las flores femeninas son solitarias con ovario ínfero triglobular u oblongo con tres estigmas.

Como en el caso del melón, la estimulación del crecimiento del fruto depende en gran medida de la cantidad de polen que se deposite sobre el estigma de las flores femeninas, existiendo una elevada correlación entre el número de tubos polínicos germinados en el estilo y el tamaño del fruto formado (Maynard et al., 1989).

Las hojas son pecioladas, pinnado-partidas, divididas en 3 a 5 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 (Infoagro, 2012). En la axila de cada hoja nacen unos zarcillos que utiliza la planta para sujetarse al suelo u a otras plantas o estructuras (CORPOICA, 2000).

El fruto (ver Figura 1) es una baya globosa u oblonga en pepónide, formada por 3 carpelos fusionados con receptáculo adherido, que dan origen al pericarpio. El ovario presenta placentación central con numerosos óvulos que dan origen a las semillas. Su peso oscila, dependiendo el tipo, entre 1 a 20 kilogramos. El color de la cáscara 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).



**Figura 1: Corte longitudinal fruto sandía tetraploide.**

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 (Parsons, 1992). 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 Fenología**

En el siguiente cuadro (Cuadro 1) se muestra la duración de las diferentes etapas fenológicas para el cultivo de sandía para producción de semilla:

**Cuadro 1: Etapas fenológicas de la Sandía (*Citrullus lanatus*)**

<b>Etapas Fenológicas</b>	<b>Días desde la siembra</b>
Germinación	5 a 6
Inicio de emisión de guías	24 a 28
Inicio de floración	32 a 39
Pico de floración	47 a 54
Inicio de cosecha	97 a 104
Término de cosecha	107 a 114

## 2.5 Requerimientos

### 2.5.1 Clima

La sandía es una especie de climas cálidos y secos. No prosperan adecuadamente en climas húmedos con baja insolación, y se producen fallas en la maduración y calidad de frutos (Escalona et al., 2009).

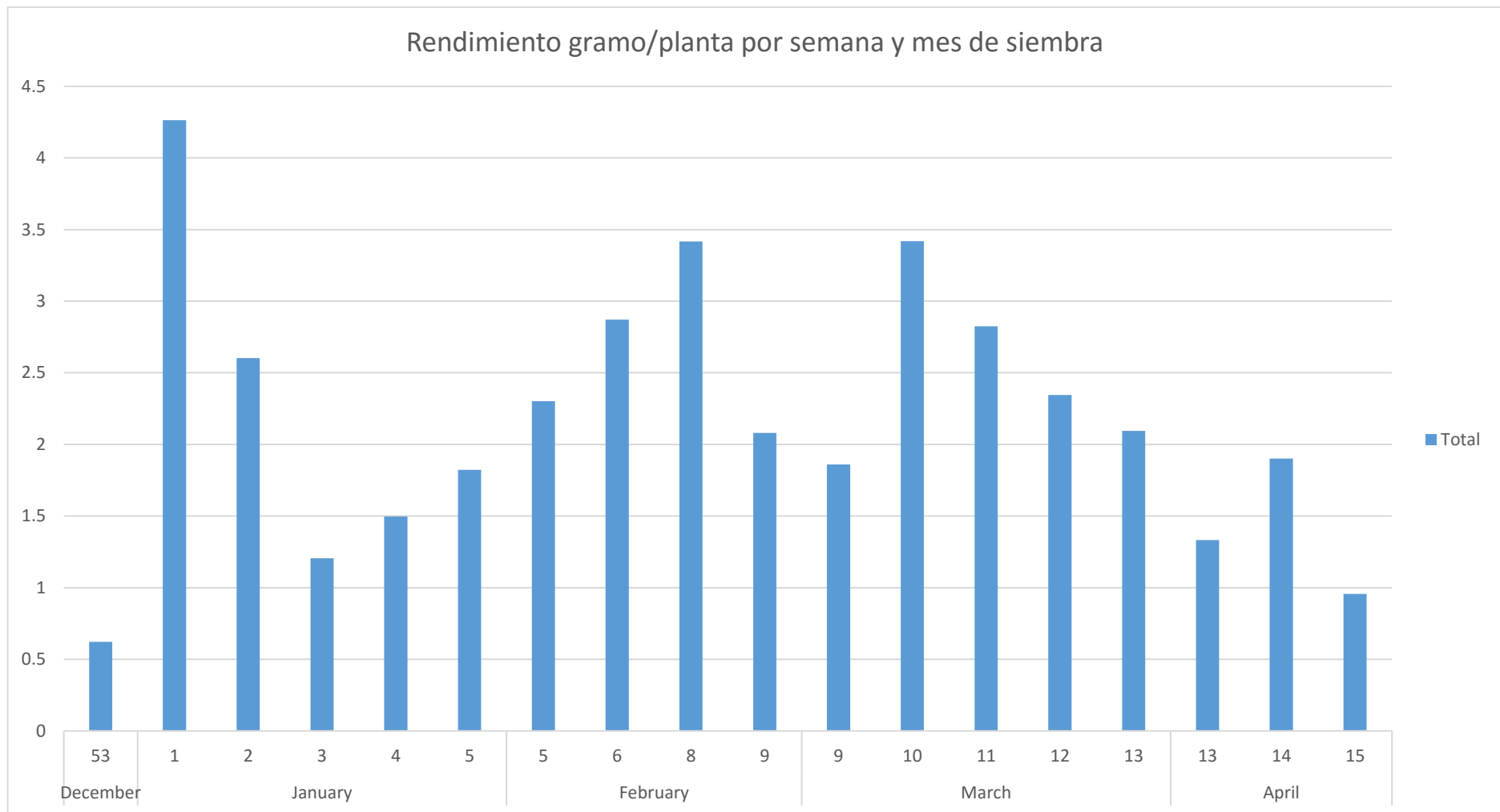
La humedad relativa óptima para el desarrollo de las plantas es entre 60% y 75%. Días largos y altas temperaturas favorecen la formación de flores masculinas y días cortos y temperaturas moderadas favorecen la formación de flores femeninas (Escalona et al., 2009).

Las cucurbitáceas crecen bien en climas cálidos con temperaturas de 18 a 25°C como óptimas, con una máxima de 32°C, y una mínima de 18°C (Casseres, 1980).

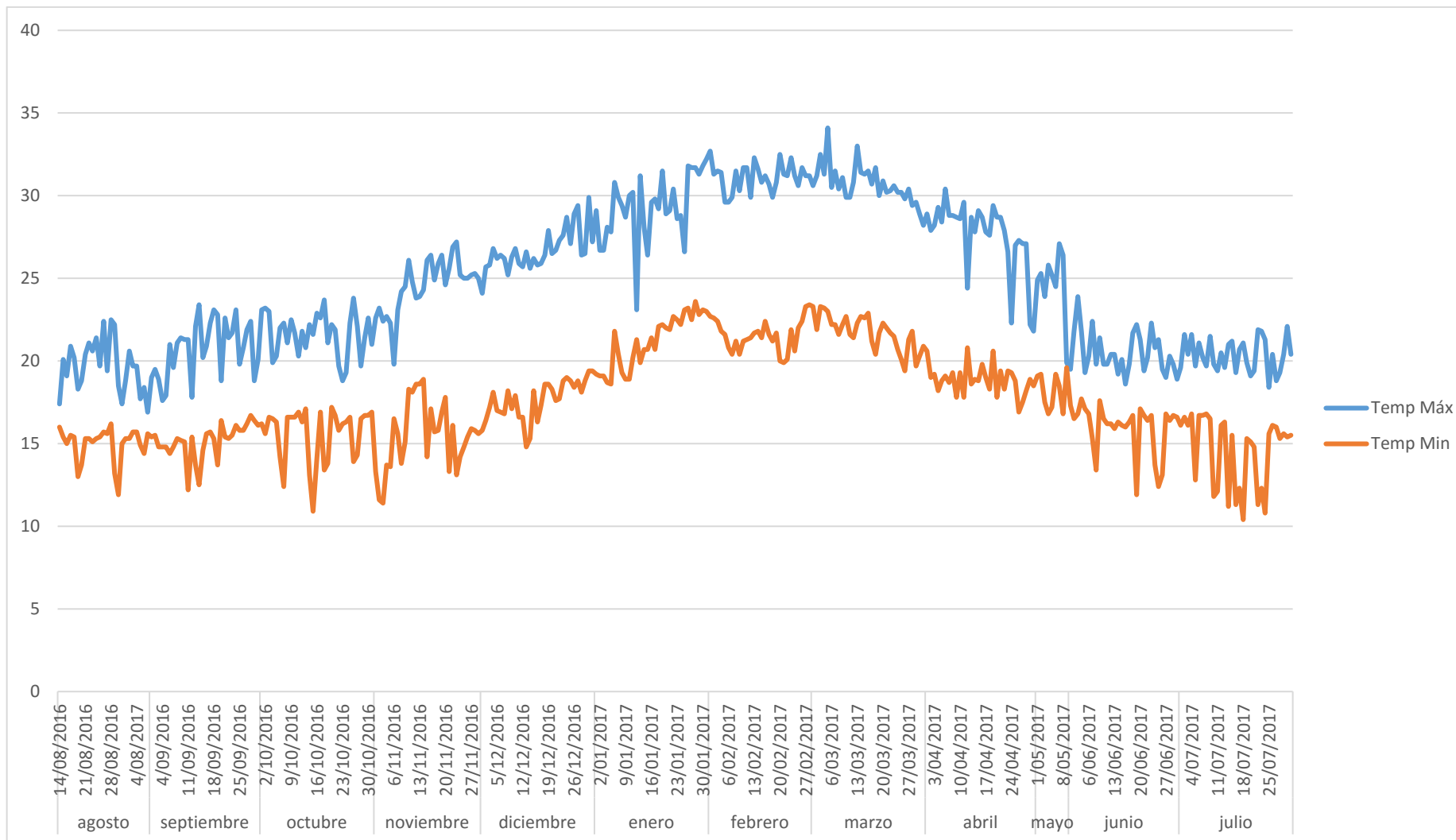
La sandía es menos exigente en temperatura que el melón, siendo los cultivares tetraploides más exigentes que los normales o diploides, presentando además mayores problemas de germinación. La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre el 60 y el 80 por ciento, siendo un factor determinante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

Para Maroto (2002), desde el punto de vista de climatología, la sandía requiere temperaturas similares a las del melón. Para conseguir una buena germinación, el mínimo térmico necesario se establece en 15.5°C y el óptimo entre 21°C y 35°C. La temperatura del cero vegetativo se fija en unos 13°C; el intervalo óptimo para el crecimiento entre 21°C y 30°C, mientras que la temperatura mínima y máxima de desarrollo vegetativo se establece en 18°C y 35°C respectivamente. La floración, el cuajado y la maduración de los frutos exigen temperaturas superiores a 18°C.

En el Figura 2 se muestra un gráfica con el rendimiento gramo/planta promedio obtenido en la temporada 2016-2017 en Cañete por semana y mes de polinización. Se nota una clara evolución favorable en el rendimiento conforme aumentan tanto las temperaturas mínimas como máximas (Figura 3).



**Figura 2: Rendimiento gramo/planta de sandías tetraploides por semana y mes de polinización en Cañete.**



**Figura 3: Registro de temperatura máxima y mínima (C) durante la temporada 2016-2017 (Estación meteorológica Caeete)**

### 2.5.2 Suelo

No es muy exigente en el suelo, pero los mejores resultados en el 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 (Escalona et al., 2009). Según Panta (2015), 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.

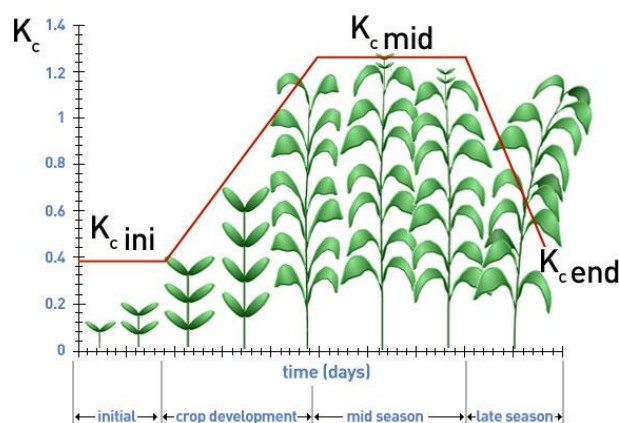
De acuerdo a Casseres (1980) y Schweers (1976) las cucurbitáceas prefieren suelos fértiles, bien drenados como los francos arenosos. Suelos mal drenados, así como los que no retienen humedad no son convenientes.

### 2.5.3 Riego

Los riegos deben de ser frecuentes y ligeros, evitando la inundación de la “cama”, alejando el surco de riego de la planta y no debe de faltar agua durante el desarrollo de los frutos (Delgado de la Flor, 1987). Es conveniente dar un riego copioso posterior al trasplante. En general se debe procurar regar a diario, dependiendo el tipo de suelo (Maroto et al., 2002).

Rubatzky (1997) indica que el cultivo necesita entre 400 y 700 mm de riego. Además recomienda disminuir los riegos en la maduración con el objeto de concentrar más los sólidos solubles de los frutos.

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. Como se ve en la Figura 4, el  $K_c$  comienza siendo pequeño y aumenta a medida que la planta cubre más el suelo. Los valores máximos de  $K_c$  se alcanzan en la floración, se mantienen durante la fase media y finalmente decrece durante la fase de maduración.



**Figura 4: Kc durante las Etapas fenológicas de la Sandía (FUENTE: FAO WATER 2013)**

#### 2.5.4 Fertilización

Para Cabrera (2000), niveles bajos de magnesio o elevadas concentraciones del complejo potasio-calcio versus magnesio pueden provocar a caída de hojas. Estos síntomas pueden confundirse con problemas ocasionados por enfermedades. La deficiencia de calcio es también perjudicial para el cultivo, la misma puede provocar que se presente la condición de Blossom o pudrición de la parte distal de la fruta.

Además de los elementos mayores, la sandía requiere 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, 2015).

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).

#### 2.6 Plagas y Enfermedades

Las plagas y enfermedades que se presenten en una producción dependerán, además de los factores abióticos, del tipo de manejo que se efectúe en la producción. Colocarla a campo abierto o bajo módulo de malla anti-áfida, o la elección de la densidad de la población, influye en la intensidad de ataque de algunas plagas de importancia económica dentro de la producción de semilla.

Las plagas presentan ocurrencias estacionales claramente asociadas con las estaciones del año, aunque el mecanismo de ésta asociación no siempre está bien determinado. A pesar de que el patrón de las fluctuaciones puede ser similar en años sucesivos, es normal que



las densidades que alcanzan las plagas presenten variaciones entre un año y el siguiente considerando que son múltiples los factores que intervienen. El incremento y la disminución de las densidades poblacionales de las plagas, asociadas con las estaciones del año, parecen estar determinadas por los efectos de los factores ambientales, principalmente temperatura; y por lo estados fenológicos del desarrollo del cultivo, que determina la relativa disponibilidad de alimento para la plaga. La ampliación del área de un cultivo trae siempre una mayor severidad en la incidencia de las plagas (Cisneros, 2012).

En el ANEXO 1 se muestra un plan de aplicaciones fitosanitarias estándar para un campo de producción de semilla de sandía tetraploide.

#### 2.6.1 Plagas

- Gusanos de Tierra o gusanos cortadores

Son varias especies de la familia Noctuidae que al estado larval se alimentan de las plántulas recién trasplantadas. Las especies más frecuentes son *Agrotis* y *Feltia*. Los adultos de estas especies son de actividad nocturna. Las hembras ovipositan en forma individual los órganos jóvenes de la planta. Las larvas muestran gran actividad durante la noche en tanto que durante el día se refugian en el suelo, cerca del lugar de alimentación (Canales, 2007).

Mantener la producción bajo invernadero permite reducir el daño por este tipo de plagas, sin embargo es necesaria hacer una desinfección posterior a la instalación del invernadero para eliminar cualquier plaga remanente.

- Nemátodos

Estados juveniles (J2) de algunas especies de nemátodos, principalmente *Meloidogyne sp.*, afectan el sistema radicular al producir nódulos. Asimismo, las lesiones producidas por los nemátodos permiten el ingreso de patógenos como *Fusarium sp* que producen necrosis de la raíz y la posterior muerte de la planta. El nivel de infestación de los nemátodos se ve favorecido por la falta de rotación de cultivos, alta humedad de suelo, entre otros.

Se recomienda rotar el suelo con diferentes especies. Algunas especies de leguminosas como *Crotalaria sp* ayudan a reducir la presencia de nemátodos en el suelo. También se

puede realizar control químico a través de uso de desinfectantes de suelo tipo dicloropropeno, el cual se aplica previo al trasplante. Es más eficaz pero la inversión por hectárea mucho más elevada que otro tipo de manejos de control de nemátodos. Post trasplante se puede controlar medianamente la intensidad de ataque por nemátodos a través de uso de carbofuranes u oxamilos.

- *Prodiplosis longifila* (Gagné)

Sánchez y Apaza (2000), mencionan que *Prodiplosis longifila* (Gagné) es considerada como una de las plagas claves del espárrago así como de otras especies de hortalizas.

Las larvas producen raspado en la parte apical de los brotes de la sandía, generando la pérdida del punto de crecimiento del brote y en consecuencia de la guía, retrasando el proceso productivo. Cuando se producen ataques intensos puede verse seriamente afectada la producción al no tener guías disponibles para polinizar.

INIAP (2000), indica que este insecto puede atacar en cualquier época del año tanto en los cultivos de campo abierto como protegidos, causando severos daños ya que se alimenta de tejidos tiernos, afecta brotes, flores y frutos. En cambio, Rodríguez (2011) cita que *Prodiplosis longifila* (Gagné) tiene una alta predominancia en los meses de Noviembre hasta abril y en ocasiones durante todo el año a lo largo de la costa peruana.

En producción bajo módulos de malla anti-áfida es crítico mantener la estructura herméticamente cerrada. Dado que si se produce el ingreso de la plaga, debido al microclima generado dentro del módulo, se favorecen las condiciones para la multiplicación. Asimismo, la existencia de la barrera física induce un aumento en la tasa de multiplicación de la plaga dentro del módulo.

Dado que para producción de semilla solo se necesita cuajar un solo fruto, esta plaga es económicamente perjudicial hasta que se logra cuajar el fruto.

#### 2.6.2 Enfermedades

- Fusariosis o marchitez vascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*

La sandía es sensible durante todo su ciclo fenológico al *Fusarium oxysporum*. En plantas adultas, la secuencia de síntomas habitualmente comienza con el amarillamiento de las hojas basales avanzando progresivamente por las ramas, que presentan estrías necróticas y un exudado pardo-oscuro. La planta se va marchitando, especialmente bajo condiciones

de stress hídrico. Finalmente las plantas se secan y mueren. El síntoma más claro de la acción del *F. oxysporum* f. sp. *niveum* es la presencia de necrosis vasculares a nivel del sistema radicular. Se puede sospechar de infección de Fusariosis al presentarse en la raíz coloraciones rosadas y naranjas que luego se tornan pardas (ver Figura 5). Estas coloraciones son mucho más fáciles de observar cuando se hacen cortes transversales de los tejidos afectados (Maroto et al., 2009).

Se puede reducir la tasa de diseminación de la enfermedad a través de aplicaciones intercaladas de tiofanato de metilo, tiabendazoles e hymexazoles vía sistema.



**Figura 5: Base de tallo infectado por *F. oxysporum* (FUENTE: Infoagro, 2002)**

- Oídio

La enfermedad se manifiesta en las plantas a modo de una pulverulencia blanca sobre las hojas (ver Figura 6), tanto en el haz como en el envés. Las zonas afectadas se van secando a medida que avanza la infección causando reducciones importantes en la superficie foliar y, como consecuencia, en los rendimientos (Maroto et al., 2009).

Si bien la frecuencia con la que se presenta ésta enfermedad es elevada, puede ser fácilmente controlable y si produce daño económico es debido principalmente a deficiencias o negligencias en el sistema de evaluación de enfermedades o de aplicación de agroquímicos.



**Figura 6: Hoja con presencia de Oídium (FUENTE: Infoagro, 2002)**

Entre los agroquímicos más comúnmente usados para el control del Oídium se tienen los triazoles, por ejemplo los hexaconazoles y los tebuconazoles.

- Verticilosis

Las especies del género *Verticillium* son hongos de la clase Ascomycetos que atacan los haces vasculares, especialmente al xilema. Por los conductos vasculares se diseminan por medio de hifas por toda la planta. Se manifiesta produciendo rizamiento y decoloración de las hojas, pudiendo llegar a producir la muerte de la planta. También ingresa a través del sistema radicular.

## **2.7 Fisiopatías**

### **2.7.1 Vigor excesivo o viciado de planta.**

Las cucurbitáceas en general responden rápidamente a aplicaciones de fuentes nitrogenadas, especialmente amoniacales. Si es que el aporte de este nutriente no se controla, la planta puede tender a generar numerosos brotes y a engrosar sus estructuras, ya sean tallos u hojas (Reche, 1995). Si el balance entre la condición vegetativa y reproductiva de la planta no es el adecuado durante la polinización, la fruta tiende a abortar.

El vigor de planta se puede frenar generando stress hídrico, ajustando la fertilización o a través del manejo de podas.

### **2.7.2 Cracking o rajado de 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, como por ejemplo pasar de una situación de stress hídrico a una de exceso de humedad por un riego abundante. También se asocia con un crecimiento excesivo del fruto, que puede propiciado por una fertilización excesiva en nitrógeno y deficitaria en potasio y calcio (Maroto et al., 2002)

Según Reche (1995), el “cracking” es ocasionado por cambios bruscos de humedad en el suelo, cambios marcados de temperatura o exceso de aporte de nitrógeno durante el cuajado de fruto.

También está relacionado con la poda muy drástica de hojas durante pleno desarrollo del fruto.

### 2.7.3 Podredumbre apical o “Blossom end-rot” (BER)

Se manifiesta en principio en forma de una depresión necrótica superficial en el extremo del fruto opuesto a la inserción del cáliz. En principio tiene un aspecto aceitoso y posteriormente la zona afectada adquiere un color marrón oscuro pudiéndose ver invadida por algún hongo o patógeno oportunista, terminando con la podrición del fruto. Esta fisiopatía es más común en sandías diploides alargadas o tipo Jubile, sin embargo también puede presentarse en sandías tetraploides (Maroto et al., 2002) El origen del “BER” se relaciona con una deficiente translocación del calcio hacia esta parte del fruto o con la falta de aporte de calcio o un excesivo aporte de cualquier otro catión que compita con el calcio durante los primeros estadios de la cuaja de fruto.

### 2.7.4 Deformidad de frutos.

La conformación del fruto está condicionada por la distribución de las semillas. Por lo tanto cualquier condición que tenga un efecto negativo sobre la cuaja de semilla puede generar deformidad de frutos. Entre las condiciones que pueden afectar la cuaja están una distribución irregular de polen durante la polinización o cualquier deficiencia nutricional que afecte directamente la germinación o viabilidad del polen. También se relaciona con condiciones de stress hídrico durante el crecimiento inicial del fruto o de condiciones de stress extrema a nivel de suelo como alta CE. Se da especialmente en sandías diploides grandes alargadas pero también puede presentarse en sandías tetraploides.

### 2.7.5 Aborto de frutos

Condicionado por varios factores: exceso de vigor de planta, falta de agua, falta de aporte de nutrientes o una alta CE que no permita a la planta tomar el agua que necesita, etc. En general, cualquier variable climática que no sea óptima durante la polinización y cuaja de fruta puede ocasionar aborto de frutos (Reche, 1995).

## **2.8 Bases genéticas de la producción de semilla tetraploide**

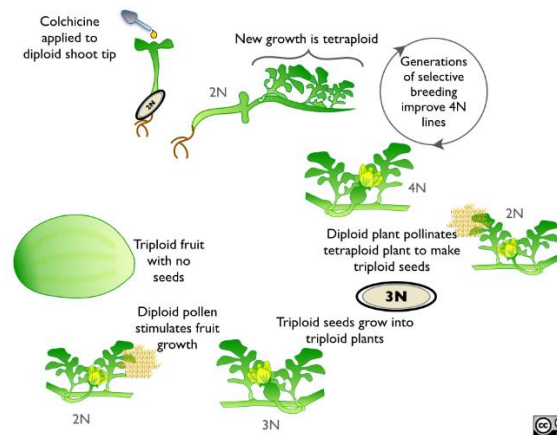
La producción de semilla híbrida triploide se realiza a través de la cruce de dos plantas, una tetraploide (4n) con una diploide (2n), lo cual da como resultado una semilla triploide (3n). El parental hembra es el que lleva la carga genética 4n mientras que el parental macho lleva la 2n.

El número estándar de cromosomas en la sandía es 22. Esto es llamado un número diploide. Con este número par, la división celular es altamente regular y produce óvulos y polen con 11 cromosomas que se recombinan para producir semillas con los usuales 22 cromosomas. A través de un proceso químico (aplicación de colchicina), el número de cromosomas puede ser duplicado de 22 a 44 (tetraploide). La división celular en plantas con 44 cromosomas también es relativamente regular y producirá óvulos y polen con 22 cromosomas, que a su vez también se recombinarán para producir semillas con 44 cromosomas. Sin embargo, si el polen de una planta de 22 cromosomas es usado para polinizar la flor hembra de una planta de 44 cromosomas, la semilla resultante tendrá 33 cromosomas (triploide o tres juegos del número básico de 11 cromosomas). Las plantas provenientes de semillas triploide, al tener 3 juegos de cromosomas que no pueden ser divididos equitativamente durante la meiosis, no producen, o raramente producen, polen u óvulos viables.

#### 2.8.1. Pasos en la producción de semilla triploide

La producción comercial de semillas de sandía se enfoca principalmente en dos tipos: sandías con semilla o diploides; y sandías triploides o sin semilla. Éstas últimas son la última fase del desarrollo de un proceso que sigue la siguiente secuencia (ver figura 7):

- I. Selección de sandías diploides con características deseadas para ser usadas en producción de líneas tetraploides.
- II. Producción de plantas tetraploide a través de aplicación de un alcaloide llamado colchicina ( $C_{22}H_{25}O_6N$ ). Este inhibe la formación del huso y previene la separación de los cromosomas en anafase. El método más difundido consiste en realizar la aplicación al punto de crecimiento cuando la plántula ya emitió ambos cotiledones.
- III. Proceso de mejoramiento y selección a través de multiplicaciones sucesivas de líneas tetraploides.
- IV. Evaluación del potencial de las líneas tetraploides obtenidas como parentales de triploides.
- V. Cruza con un parental diploide que da como resultado una semilla triploide.



**Figura 7: Secuencia de producción de semilla tetraploide (FUENTE: <https://botanistinthekitchen.blog/2015/09/18/triple-threat-watermelon/>)**

### 2.8.2. Diferencias entre producción de diploides versus tetraploides

El rendimiento en términos de gramos de semilla por planta de una sandía tetraploide es bastante bajo comparado al de una diploide regular. En general los rangos de producción de una sandía diploide varían entre 6 a 20 gramos de semilla por fruto, que pueden ser entre 200 a 800 semillas. Mientras que el de una tetraploide varía entre 1 a 5 gramos, que pueden ser entre 40 y 100 semillas.

En fase de almácigo, las tetraploides usualmente presentan menor germinación, cotiledones más gruesos, deformes o pegados y tallos más cortos.

Las plantas tetraploides tienden a ser más vigorosas que las diploides, siendo más susceptibles de irse en vicio ante cualquier aumento de fertilizantes nitrogenados, especialmente a base de amonio.

Los frutos de las tetraploides tienden a ser más pequeños, donde predominan las formas esféricas.

En general debe buscarse que haya equilibrio entre el desarrollo vegetativo de la planta y su desarrollo reproductivo. Por desarrollo vegetativo entiéndase el desarrollo de las estructuras vegetativas de la planta como tallo y hojas, necesarias para sostener y proveer de fotosintatos al futuro fruto. En general, un excesivo desarrollo vegetativo, sobre todo durante el periodo de polinización, puede afectar la oferta de flores femeninas e inducir al aborto de las flores polinizadas. Dependiendo de la variedad, a través de manejo de stress hídrico y podas se puede mantener a la planta en equilibrio.

### **III. DESARROLLO DEL TEMA**

#### **3.1. Generalidades de la producción Semilla tetraploide**

La producción semilla tetraploide requiere de varios cuidados durante todo su proceso, desde la siembra hasta su cosecha; así como también de algunas condiciones especiales de clima tales como temperatura adecuada durante el desarrollo o cuaja del fruto.

Para la producción en particular de semilla solo se busca cuajar un fruto por planta por ciclo de producción. Esto debido a que el segundo fruto polinizado usualmente aborta o, en caso se logre la cuaja de dos frutos, el tamaño de los frutos o la calidad de las semillas obtenidas puede verse perjudicadas.

Dado que la producción de semillas no abarca grandes extensiones de terreno, múltiples variedades se producen en un mismo módulo o compartimento, con sus respectivas separaciones físicas y una a continuación de la otra. Por lo tanto se debe de manejar un estricto sistema de control de calidad para minimizar el riesgo de cruza de dos líneas parentales que no corresponden lo que comprometería la pureza e identidad genética del híbrido resultante.

#### **3.2 Proceso de producción**

##### **3.2.1 Ingreso o Recepción de la semilla básica**

La semilla recibida de los parentales a usar debe de conservarse en un ambiente con temperatura controlada, de preferencia entre 14°C a 22°C. La semilla debe estar contenida en sobres aluminizados o latas completamente cerradas al momento de la recepción.

La semilla debe de ser identificada y rotulada según los procesos internos. Esta identificación va a acompañar a la semilla a lo largo de todo el proceso.

Antes de iniciar el proceso de producción, se debe de realizar descarte de presencia de virus con la finalidad de asegurar la calidad fitosanitaria de la todas las producciones en campo. La cantidad de semilla para la muestra dependerá de la cantidad de semilla recibida.

El procedimiento de determinación de virus se enfoca, en lo que respecta a cucurbitáceas, a la detección de 3 virus que tienen la capacidad de transmitirse por semilla:



- SqMV (Squash mosaic virus)
- MNSV (Melon necrotic spot virus)
- CGMMV (Cucumber green mottle mosaic virus)

Si el test arroja un resultado positivo, el lote de semillas simplemente no se usa. En caso de que la cantidad de semilla no sea suficiente para extraer una muestra representativa, queda la opción de realizar el testeo de tejido foliar. Para esto se debe de esperar que las plántulas desarrollen al menos una hoja verdadera para poder extraer la muestra.

### 3.2.2 Siembra

La sandía es un cultivo esencialmente de primavera y verano (Panta, 2015). El periodo óptimo de siembra para producción de semilla se determina en función a que el periodo de polinización coincida con la parte del año con las temperaturas más altas, con una temperatura mínima nocturna de 18°C. Por lo tanto, el periodo óptimo de siembra para condiciones de Cañete es desde Octubre hasta Febrero.

La siembra se realiza en almácigo cerrado herméticamente con ingresos debidamente acondicionados. Este espacio debe de haber sido previamente desinfectado para evitar presencia de plagas. De ser necesario, se puede colocar sombra temporal sobre todo en los meses de más alta temperatura para evitar pérdida excesiva de agua por evaporación.

La siembra se realiza en bandejas de 98 alveolos – sin dejar ningún alveolo vacío- y se usa un sustrato compuesto principalmente de turba negra con 20% porcentaje de perlita. La elección del tipo de bandeja depende de la especie. Dado que la sandía no desarrolla una parte aérea muy coposa durante esta fase, evitando la superposición entre hojas, no es necesario usar bandejas de menos alveolos o celdas.



**Figura 8: Desinfección de camas almacigueras.**

La turba generalmente se mezcla con agua, dependiendo del tipo, hasta que la mezcla quede homogénea y toda la turba esté húmeda. Usualmente se usa 9 litros de agua por 13.5 litros de turba.

Las bandejas son colocadas encima de camas almacigueras con una altura promedio de 1.0 m para facilitar las labores de siembra y conteos posteriores (ver Figuras 8 y 9).



**Figura 9: Instalación de las bandejas en las camas almacigueras.**

Al ser un proceso de producción de híbridos, cada línea (parental) debe de ser debidamente identificada, manteniendo una separación apropiada de la línea contigua.

Los parentales macho y hembra se siembran con una diferencia de entre 5 a 15 días. Primero los masculinos y luego los femeninos. La principal razón de ésta diferencia es que se necesita que los parentales masculinos cuajen fruta para poder verificar que no haya ninguna planta fuera de tipo u Off-type. La diferencia tampoco puede ser muy amplia porque podría reducir las probabilidades de lograr una sincronía óptima – momento máximo de oferta de flores masculinas y femeninas – durante la polinización.

La siembra se realiza manualmente y se coloca a una profundidad de entre 1 a 1.5 cm. En caso de ser colocada muy superficialmente, la semilla se puede secar. En caso de ser sembrada muy profundo, se corre el riesgo de que ésta se pudra.

Las semillas germinan aproximadamente a los 5 días. Alcanzando las plántulas un tamaño adecuado para el trasplante entre los 12 a 18 días dependiendo del clima. La decisión de trasplante se toma principalmente en función a la cantidad de sistema radicular que tiene la plántula, cuidando de que la raíz no se enrrolle en si misma por falta de espacio en la celda.

Antes de la emergencia de la plántula, se realizan riegos sin fertilizante, los cuales continúan aplicándose hasta que la 1ra hoja verdadera haya desarrollado suficiente área foliar. La frecuencia de los riegos está en función a las condiciones climáticas, pudiendo ser inter diarios, diarios e incluso, cuando las temperaturas están por encima de los rangos óptimos, dos veces por día. Se debe de verificar que el riego se aplique de manera homogénea sobre toda la bandeja, para no generar desuniformidad durante el desarrollo de los plantines.

**Cuadro 2: Plan de fertilización de almácigo**

Días después siembra	Producto	Dosis g/L	Fertilizante (g)/20L H2O
7	Fosfato mono potásico	0.8	16
8	Fosfato mono potásico	1	20
9	Fosfato mono potásico	1	20
10	Fosfato mono potásico	1.2	24
11	Fosfato mono potásico	1.2	24
12	Fosfato mono potásico	1.2	24

**FUENTE: Propia**

A la aparición de la primera hoja verdadera iniciará la aplicación del programa de fertilización, comenzando aproximadamente a los 7 a 8 días posterior a la siembra (Ver Cuadro 2). La fertilización puede hacerse con regadera manual, por regadera impulsada por bomba hidráulica o por inmersión de las bandejas en una solución de agua con fertilizante.

Los fertilizantes a aplicar son generalmente fosfatados, dirigidos principalmente a inducir el desarrollo radicular. En general se busca que haya un desarrollo equilibrado entre la raíz y la parte aérea.

La solución de fertirriego debe de tener un rango de Conductividad eléctrica (CE) de 1.1 a 2.2 como máximo y un pH de entre 6.5 a 8. Si estas medidas exceden al rango, pueden generar problemas de stress hídrico en las plántulas e incluso generar necrosis a nivel de sistema radicular

Antes del trasplante, las bandejas son inmersas en una solución de fungicida con la finalidad de proteger a las plántulas contra una infección de patógenos (generalmente Oomicetos) en campo definitivo.

### 3.2.3 Preparación del terreno

Los plantines deben de ser instalados en terrenos previamente preparados, mullidos, sobretodo la capa superficial (los primeros 40 centímetros) que es donde se concentra el desarrollo de la raíz de la sandía. Se recomienda hacer un subsolado para romper la capa dura que se forma por el constante uso de la tierra y que puede generar problemas de drenaje.

Posteriormente se pasa grada y arado (de discos generalmente) para conseguir la consistencia deseada. Finalmente se realiza la conformación de las camas. Por lo general, se levantan camas sobre el terreno para facilitar el desarrollo de raíces de la planta, mejorar la aireación, y para el manejo del agua y los fertilizantes (Panta, 2015). Se recomienda medidas de entre 80 a 100 cm de ancho por 20 a 25 cm de altura

En general conviene hacer uso de suelos franco-arenosos o arenosos, de consistencia poco compactada, que permita un rápido desarrollo radicular. Sin embargo también se puede producir en suelos de textura arcillosa haciendo un adecuado manejo de riego.

Desde el punto de vista de calidad, se recomienda hacer rotaciones entre diferentes especies, es decir, no colocar una especie sobre un área donde ha habido la misma especie la última temporada. Esto debido a que en todo el proceso es altamente probable que se libere semilla al suelo y ésta podría germinar en la siguiente sesión, poniendo en riesgo la calidad genética de la producción.

### 3.2.4 Instalación

Se puede realizar la producción a campo abierto o bajo módulo de malla anti-áfida. Se recomienda hacer uso de módulos para densidades altas debido a la susceptibilidad a las plagas. La principal ventaja del uso de malla anti-áfida es la reducción de plagas, especialmente la prodiplosis que ataca los brotes jóvenes de sandía.

Se debe de verificar de que el módulo este cerrado completamente de manera que se minimice el ingreso de cualquier plaga. Se debe también de aplicar una desinfección previa para asegurarse de eliminar las plagas remanentes que puedan haber quedado dentro durante la instalación del módulo.

Se deben también de eliminar todas las malezas de manera manual o química. Esto principalmente porque pueden ser hospederas de virus u otras enfermedades.

### 3.2.5 Trasplante

La densidad de puede variar, con densidades de 20000 a 40000 plantas por hectárea. El trasplante puede ser en línea recta o en tresbolillo.

La elección de la densidad adecuada depende del nivel de inversión que se desea llevar a cabo. Densidades de 20000 plantas por hectárea o menos, no compensan el gasto realizado en instalación de módulo de malla anti-áfida. 40000 plantas por hectárea si justifican dicha inversión. Sin embargo, manejar densidades por encima de las 40000 plantas por hectárea ya genera problemas de competencia entre las plantas por luminosidad al haber superposición entre hojas. Densidades muy bajas (menores a 20000 plantas por hectárea) evitan este tipo de problemas sin embargo no son económicamente viables. Densidades mayores a 20000 plantas por hectárea demandan ya la instalación de un sistema de emparronado (tutores) para guiar la planta, en caso contrario podrían crearse microclimas que podrían aumentar el riesgo de infección por enfermedades fúngicas.

Se debe realizar un riego previo al trasplante para que el suelo esté en capacidad de campo al momento de realizar el trasplante. El hoyado pre trasplante (ver Figura 10) se realiza manualmente en la parte superior de la cama o camellón.

El hoyo de trasplante debe ser lo suficientemente mullido para garantizar un buen contacto entre raíces y suelo. Debe tener una profundidad adecuada considerando el tamaño del cubo de la celda de la bandeja. El hoyado debe de hacerse máximo 48 horas antes del trasplante. Pasado el plazo, se evalúa si es necesario un nuevo rastrillado y hoyado, dependiendo del grado de compactación o sequedad del suelo, sobre todo en suelos arcillosos.



**Figura 10: Hoyado previo al trasplante.**

El trasplante se realiza de manera manual en suelo en capacidad de campo y nunca en suelo seco, sobre todo cuando hay condiciones de alta temperatura que puedan generar deshidratación de los plantines. De ser necesario se puede aplicar un volumen extra de agua posterior al trasplante.

Se debe soltar o mover las plantas de la bandeja por medio de una herramienta que permita el fácil retirado de las mismas para su lanzamiento, sin dañarlas o destruir la turba.

Al colocar las plantas en el terreno (ver Figura 11), se debe tener cuidado de no herir cuello de plantas, no romper cubos y no doblar tallos. No adelantar el lanzamiento de plantas si las condiciones climáticas no son adecuadas, ya que éstas se exponen al sol y sufren estrés por deshidratación. No se debe lanzar ni sellar plantas que no tengan punto de crecimiento o que presenten algún problema fitosanitario.



**Figura 11: Lanzado de plántulas durante el trasplante.**

Para finalizar el proceso de trasplante se toma la planta del cubo evitando herir tejidos, se coloca en el hoyo y se presiona moderadamente el cubo sobre el suelo para tener mejor contacto suelo-raíces y evitar bolsas de aire. No se debe dejar la turba expuesta para evitar deshidratación del cubo. En caso que el hoyo quede muy profundo, rellenar con tierra del suelo.

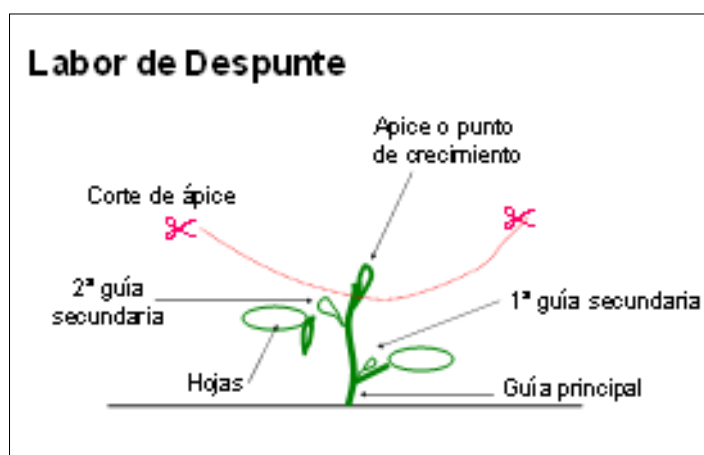
Conforme se van cerrando las camas de trasplante, se va a aplicando un riego leve para favorecer el contacto entre el sistema radicular de los plantines y el suelo.

Usualmente todos los parentales que se usan como hembra son colocados en un mismo espacio debido a que su manejo es diferente al del parental macho. La función de este último termina con la cosecha de las flores masculinas, siendo posteriormente eliminado. Las plantas que se usan como hembra, al cargar el fruto y el producto final que es la semilla, si permanecen en campo hasta la cosecha y demandan mayores cuidados durante su desarrollo.

### 3.2.6 Hibridación

#### 3.2.6.1 Despunte

Las sandías tetraploides tienden a ser plantas vigorosas, por lo cual, a manera de frenar el vigor, se realiza un despunte alrededor de los 15 días post trasplante con la finalidad de inducir el crecimiento de los brotes secundarios o guías laterales (ver Figura 12).



**Figura 12: Despunte apical.**

#### 3.2.6.2 Enrafiado

Conforme los brotes van creciendo, se elige uno o dos de ellos y se procede a enrafiar y asegurar al emparronado. El enrafiado consiste en amarrar la rafia al cuello de la planta



sin ajustarlo, cogiendo la guía con cuidado para no quebrarla, dando una vuelta por cada entrenudo y atarla al alambre del entutorado.

### 3.2.6.3 Preparación

Una vez la guía enrrafiada, se realiza una poda general la cual consiste en eliminar los brotes secundarios no enrrafiados para asegurar el crecimiento de la guía elegida (ver figura 13). En esta poda también se eliminan las hojas basales hasta el 6to nudo, dejando alrededor de 5 a 6 hojas.



**Figura 13: Preparación de planta.**

Conforme la planta va creciendo se va guiando la guía principal alrededor de la rafia y se van eliminando algunos brotes laterales.

Las plantas que van a ser usadas como parental macho también necesitan de un tratamiento similar con la diferencia que los brotes secundarios no se podan para poder disponer de mayor cantidad guías y por ende de flores masculinas para el momento de polinización.

### 3.2.6.4 Pre-polinización

Dependiendo de las condiciones climáticas la planta puede estar lista para polinización alrededor de los 32 a 40 días post trasplante. Si bien ya desde los 25 días post trasplante ya empieza la planta a emitir botones femeninos, se espera que la planta forme una estructura mínima suficiente como para sostener la fruta. Otro factor que influye en la determinación del momento de inicio de la polinización es la uniformidad del cultivo. Dado que se busca que el periodo de polinización sea lo más corto posible, se espera que



todas las plantas tengan un tamaño similar y que la oferta de flores femeninas sea al menos de 20% cuando se inicia la polinización.

Un día previo a la polinización, se hace limpieza de todos los brotes y botones que se encuentran debajo del piso (o nudo) elegido para iniciar la polinización. El nudo en el que se inicia la polinización es en promedio el 15 al 20. Generalmente se descarta el primer botón femenino que ofrece la planta, porque usualmente éste aborta.

La sandía no ofrece brotes que carguen con un botón femenino en cada nudo. La oferta se limita a presencia de botones cada 3 a 4 nudos.

La elección del botón óptimo a polinizar depende de varios factores. Primero, este debe de tener un tamaño óptimo dependiendo de la variedad. El botón no debe de mostrar ningún signo de deformidad, especialmente a nivel de corola y estigma.

Si bien la sandía es una planta monoica con presencia flores femeninas y masculinas independientes en la misma planta, las femeninas pueden presentar estambre (hermafroditas) bajo ciertas condiciones de stress (ver Figura 14) Por lo tanto, para evitar que la planta se autopolinice, se puede realizar un emasculado. Este consiste en retirar, a través del uso de pinzas, los estambres cuando el estigma aún no se encuentra receptivo. Dentro del proceso de polinización, ésta es una de las labores más delicadas puesto que los estambres deben de ser retirados por completo para no correr el riesgo de que la flor se autopolinice. Asimismo, se debe de evitar de producir cualquier tipo de daño mecánico en el estigma.



**Figura 14: Flor hermafrodita sin corola.**

Un indicador del momento de máxima receptividad del estigma es la coloración de los pétalos. Cuando la corola alcanza su máxima coloración amarilla, es cuando el estigma alcanza su 100% de receptividad. Para evitar la autopolinización, los estambres se retiran un día antes de que la corola alcance su máxima coloración. El momento ideal para realizar el emasculado de la flor es cuando la corola tiene una coloración verde limón (ver Figura 15).

Una vez retirados los estambres, el botón femenino se procede a tapar con un sobre de papel para evitar que sea contaminado con polen de la misma planta o que sea polinizado por algún insecto. Se debe de verificar que el sobre no tenga ningún tipo de abertura y que quede correctamente cerrado. El color de sobre que se usa para el tapado es rosado o rayado.



**Figura 15: Botón apto (verde limón)**

Una vez realizado el tapado del sobre se realiza la limpieza de los brotes, botones y flores femeninas pasadas debajo del botón tapado.

#### 3.2.6.5 Corta de flores masculinas

A pesar de que las plantas que se usan como parentales masculinos también se ubican en módulos, el recojo de flores masculinas es de preferencia en las primeras horas del día, cuando las flores aún están cerradas. Esto se hace con la finalidad de reducir el riesgo de contaminación de la flor por agentes polinizadores (abejas).

Una vez terminada la cosecha de flores macho se lleva a su respectiva variedad (hembra) colocando la caja que contiene las flores masculinas en un lugar fresco, de preferencia

bajo sombra. De debe de evitar someter a las flores masculinas a condiciones extremas de temperatura debido a que se puede perjudicar la viabilidad del polen.

### 3.2.6.6 Polinización

El inicio y término de la labor de polinización está en función a la temperatura. La temperatura máxima recomendada para realizar el proceso es de 30°C. Temperaturas superiores a este rango pueden ocasionar el deterioro de los granos de polen.

El número de días necesarios para polinizar va a depender de la oferta de flores femeninas (Ver Cuadro 3), el grado de aborto que presente la variedad, el porcentaje de oferta de flores femeninas con el que se haya indicado la polinización, etc. En promedio se logra una polinización exitosa en el 90% de las plantas entre los 12 y 14 días. En otras cucurbitáceas, donde también se busca cuajar un solo fruto por planta, la polinización dura mucho menos.

**Cuadro 3: Duración periodo polinización Cucurbitáceas.**

Cultivo	N° frutos promedio	Duración (días)
Sandía Diploide	1	14
Sandía Tetraploide	1	14
Cucumber	8	14
Melón	1	7
Squash	1.2	10
Pumpkin	2	14

**FUENTE: Propia**

La cantidad de flores masculinas que se usan por botón femenino depende de la cantidad de polen emitida por las flores masculinas. Usualmente basta con dos flores

El proceso consiste en coger la flor macho a utilizar, se toma de los pétalos y se doblan hacia atrás exponiendo la mayoría de los estambres. Se debe de dar toques suaves sobre el estigma de la flor hembra hasta que el estigma esté cubierto completamente de polen, asegurando una buena polinización.

Finalizada la polinización se cubre con un sobre blanco y se coloca una marca en el pedúnculo de la flor polinizada como indicador de que el botón ya fue trabajado. La diferencia entre los colores de sobre indica las dos fases del proceso de polinización:

rosado o rayado para botón emasculado y blanco para botón ya polinizado. Se debe de asegurar bien el sobre para que no ingrese ningún insecto o agente polinizador.

Se coloca un color de marca diferente por día de polinización. Estos colores sirven para poder agrupar los frutos por número de días una vez llegada la cosecha.

#### 3.2.6.7 Poda de guarda

Terminada la polinización, se realiza un despunte general de todas las plantas. El objetivo de este despunte es evitar que la planta siga emitiendo brotes y por ende botones femeninos que puedan llegar a competir con el fruto polinizado. Antes de realizar el despunte se debe de dar como mínimo una vuelta de la guía principal sobre el emparronado para asegurarse de que cuando la fruta gane peso, la planta no se caiga. Asimismo, se poda cualquier brote o guía lateral o flor pasada que puede originar la cuaja de un segundo fruto auto polinizado.

Esta poda se realiza inmediatamente cerrada la polinización, es decir a los 12 a 14 días de iniciado el proceso.

#### 3.2.7 Enmallado

Antes de que el fruto llegue a su tamaño máximo, se debe de enmallar para que no se desprenda de la planta y su proceso de maduración quede incompleto. La labor de enmallado se realiza siempre que se trabaja bajo sistema de emparronado.

Se debe de verificar que el fruto no quede flotando (mal enmallado) ni que el pedúnculo sea estrangulado por la rafia o la malla. Esto podría originar que el fruto se desprenda o se dañe el pedúnculo y por consiguiente se pierda el fruto (ver Figura 16).



**Figura 16: Enmallado de fruto de sandía.**

### 3.2.8 Roguing

Consiste en la revisión de todas las plantas, verificando que tanto las plantas como los frutos posean las características indicadas para una determinada variedad y eliminando los frutos y plantas fuera de tipo u Off-type. Mediante esta labor se asegura también que todos los frutos hayan sido polinizados manualmente, descartando todos aquellos donde no exista la evidencia, es decir, la marca de polinización.

Para realizar un Roguing adecuado es necesario que los frutos hayan alcanzado su tamaño y color finales.

Antes de realizar el Roguing se eliminan todos los brotes y hojas que puedan dificultar la visibilidad del fruto.

### 3.2.9 Cosecha

Consiste en la recolección de los frutos de campo para su posterior trilla donde se extraen las semillas. El objetivo en general es realizar la trilla en el momento en el cual la mayoría de semillas del fruto ha alcanzado su madurez fisiológica que se exprese en una germinación óptima o del 100%.

#### Criterios de cosecha

A diferencia de las producciones comerciales, donde el objetivo es que cosechar un fruto con características deseables para el consumo humano, el momento de cosecha en la producción de semilla se puede decidir en función varios criterios, de los cuales se mencionan especialmente 3:

- Porcentaje de germinación: Se obtiene a través de la prueba de germinación. Un resultado por encima de 80% sería indicador de que ya se podría realizar la cosecha y trilla. La muestra para prueba de germinación se debe de extraer a partir de los 40 días de inicio de la polinización. Antes de dicho umbral es poco probable que el resultado sea óptimo.
- Días de cosecha. Es la cantidad de días posteriores al inicio de la polinización con la que se estima que la semilla ya alcanzó la madurez adecuada. Para el caso de la sandía tetraploides el rango óptimo está entre los 50 a 55 días post polinización. Este rango se ha determinado a través de un historial de días de cosecha. Es el indicador más confiable.

- **Madurez.** Se basa en los indicadores de madurez fisiológica mostrados por el fruto. Si bien la sandía puede considerarse dentro de la categoría de frutos no climatéricos, igual se presentan ligeros cambios en la estructura del fruto u otros órganos que pueden interpretarse como síntomas de madurez tales como: fermentación de la pulpa, desprendimiento del pedúnculo, necrosis de la hoja próxima al fruto, pérdida de consistencia de la peridermis, etc.

Se puede decidir el momento de cosecha y trilla cuando ya se cumplen al menos dos de los 3 criterios.

Algunas fisiopatías pueden originar que se adelante el momento de cosecha o trilla tales como el germinado precoz de la semilla dentro del fruto, la apertura de la testa por crecimiento anormal de los cotiledones (chaqueta corta), rajado de frutos, etc. Una cosecha anticipada reduce drásticamente el grado de avance de las fisiopatías mencionadas pero al mismo tiempo aumenta las probabilidades de tener problemas de germinación.

En general las semillas no se germinan dentro del fruto debido a la presencia de inhibidores de germinación en la pulpa y a la latencia característica de la mayoría de semillas. La sandía presenta bajos niveles de latencia, pudiendo alcanzar niveles de 100% de germinación a los 55 días de polinización.



**Figura 17: Semillas con “chaqueta corta”**

Para evitar que algunas de las fisiopatías afecten la producción se debe de realizar monitoreos constantes de la fruta y la semilla.

Durante la cosecha se distribuyen todos los frutos separados por color de marca de identificación del polinizador según los días post polinización que hayan cumplido. Estos

son transportados en sacos o carretillas y puestos en una ruma (arrumado) sobre suelo desinfectado o sobre un plástico o material que aislé el contacto directo de la fruta con el suelo. Los frutos pueden ser cosechados y extraída la semilla al día siguiente, o pueden ser dejados en un ambiente acondicionado (sombra) para que cumplan los días necesarios y proceder con la extracción.



**Figura 18: Arrumado de los frutos de sandía por color de polinización**

### 3.2.10 Trilla

Consiste en extraer la semilla de los frutos. La trilla puede ser manual o mecánica.

#### Trilla manual

Se cortan los frutos por la mitad y se abren en dos partes. La extracción de la semilla se realiza después de haber verificado que no hay presencia de semilla diploide, la cual se diferencia de la semilla triploide por la ausencia de las estructuras alares en el extremo agudo de la semilla. Si se encontrara frutos con este tipo de semilla, se separan y se descartan. Asimismo, se evalúan las características físicas de cada semilla descartando también los frutos que presenten semillas con características diferentes como color y tamaño (ver Figura 19).

Una vez extraída la pulpa con semilla, esta es colocada en sacos o recipientes debidamente identificados.



**Figura 19: Trilla manual de sandía**

### Trilla mecánica

Se cortan los frutos por la mitad y se colocan en una mesa para realizar la evaluación respectiva. La fruta seleccionada se coloca en la parrilla de la máquina trilladora quedando lista para ser trillada. La pulpa es triturada haciendo uso de rodillos. El mecanismo de funcionamiento de la trilladora es similar al de un extractor de “jugo de naranja”, donde la pulpa es destruida pero la peridermis o cáscara del fruto queda intacta.



Al igual que en la trilla manual, una vez extraída la pulpa con semilla, esta es colocada en sacos o recipientes debidamente identificados.



**Figura 20: Trilla mecánica de sandía**

Para los dos tipos de trilla, el traslado de la semilla extraída a la zona de lavado debe de realizarse de manera inmediata.

#### 3.2.11 Lavado

Es el primer proceso post trilla aplicado. Consiste en separar, a través de lavado con agua, la semilla de todos los restos de pulpa y cáscara. Es crítico que los tiempos de lavado y el resto de procesos sean limitados puesto que una exposición muy prolongada al agua puede tener efectos negativos inmediatos sobre la germinación.

Algunas especies de cucurbitáceas pueden recibir un tratamiento de fermentación previo al lavado. Este consiste en dejar reposar la semilla tal y como es enviada de campo, embebida en los restos de pulpa y jugo. Tiene por objetivo facilitar el lavado asumiendo que el proceso de fermentación va a generar una descomposición acelerada de los restos de pulpa o materia que queden impregnados a la semilla. Sin embargo, este no se aplica a las sandías dado que de por sí no sufren problemas de dormancia por presencia de inhibidores de germinación. Al contrario, puede tener un efecto negativo sobre la germinación final de la semilla.

La semilla es vertida en canoas o harneros y lavadas con agua. En el lavado, a través de canoas (ver Figura 21) se busca separar la pulpa de las semillas por efecto de la densidad. La semilla se deposita en el primer compartimiento de las canoas y este es llenado con agua, debiendo moverlas constantemente a fin de lograr que la semilla pesada “asiente”

en el fondo de la canoa y la otra parte de la semilla con pulpa flote pasando a los siguientes compartimientos y así sucesivamente.



**Figura 21: Lavado de semilla a través del uso de canoas.**



**Figura 22: Lavado de semilla a través del uso de harneros**

En el caso de los harneros (ver Figura 22) se hace uso de agua a presión para realizar la respectiva separación. Los harneros son juegos de rejillas a través de los cuales pasa la pulpa pero no la semilla. Es crítico que la pulpa sea completamente separada de la semilla puesto que su permanencia puede originar formación de bloques de semilla durante la fase posterior de secado al actuar la pulpa como un cementante.

Una vez obtenida la semilla limpia ésta se deposita en capachas (sacos permeables). El tiempo empleado para el lavado debe ser el menor posible, considerándose para esta parte del proceso un máximo de 20 minutos por cada saco.

Finalizado el lavado, la semilla debe de ingresar inmediatamente a centrifugado. En este proceso la semilla se ingresa a lavadoras debidamente acondicionadas para retirar el agua libre de las semillas antes de que ingresen a secado definitivo.

### 3.2.12 Secado

#### Recepción

Primeramente se debe de verificar que todas las capachas deben de estar herméticamente cerradas y debidamente identificadas.

#### Aireado

La semilla recepcionada de parte del área de Lavado se ingresa a unos ventiladores horizontales llamados aireadores. Durante esta fase del proceso la semilla debe de ser constantemente removida para evitar que la semilla se pegue a los restos de pulpa remanentes o se pegue entre sí. El tiempo máximo de duración de este proceso es de 60 minutos.

#### Secado

Finalizado el aireado la semilla, aún en capachas, es ingresada a los secadores. Estos consisten en camas horizontales donde a través de circulación de aire forzado de abajo hacia arriba se seca la semilla. La duración del secado depende de la variedad y del tamaño de la semilla. En promedio para sandías triploides se maneja un rango de 22 a 24 horas. La temperatura de secado debe de mantenerse constante en el rango de 31 a 32°C. Cualquier variación por fuera del rango pre determinado debe de corregirse inmediatamente puesto que estas condiciones pueden afectar la viabilidad de la semilla. Las capachas deben de ser constantemente movidas por las razones indicadas anteriormente.

#### Monitoreo de humedad

Durante el proceso de secado se debe monitorear el % de humedad las veces que sea necesario. Esto se hace a través del uso de determinadores de humedad. Lo recomendable

es que se realice el primer test a las 10 horas de iniciado el secado. Después se debe realizar un monitoreo constante hasta que la semilla alcance una humedad final dentro del rango de 5.5% a 6.5%.

El tamaño de la muestra extraída para el test de porcentaje de humedad depende del número de capachas y debe ser tomado por variedad y bloque de secado.

Una vez secada la semilla es pasada al área de envasado donde se realiza la mezcla y homogenización de los lotes de semilla. El envasado consiste en la agrupación de capachas por características similares y la creación de lotes más grandes de semilla que facilite los procesos posteriores. La semilla se envasa en bolsas plásticas y en sacos de polipropileno. Estos materiales deben ser nuevos para cada variedad.

### 3.2.13 Limpieza

Posteriormente los sacos de semilla son pasados a la zona de limpieza. En este proceso se retiran todos los residuos producto del proceso de trilla (impurezas) así como semillas que no estén 100% conformadas. Entre los residuos que se separan están: Restos de pulpa, piedras, restos inorgánicos producto del proceso de hibridación (marcas), etc. También se realiza la separación de las semillas normales de las que no completaron su proceso de formación. Las semillas vacías se clasifican como vanas y deben de ser separadas. Asimismo se eliminan las semillas deformes o que tengan alguna característica no deseada como la testa abierta, una coloración anormal o cualquier otro tipo de diferencia.

La limpieza de la semilla tiene dos fases: mecánica y manual. Para la limpieza mecánica se usan máquinas que separan, seleccionan o clasifican la semilla por tamaño, peso específico y hasta color. Las máquinas que más comúnmente se usan son las columnas de aire, las mesas de gravedad y limpiadores de aire y zaranda (cribadora – ventiladora).



**Figura 23: Limpiador de semilla de aire y zarandas**

Hay una relación directamente proporcional entre el peso específico de la semilla y su porcentaje y vigor de germinación. Esto se expresa en que las semillas con mayor peso específico muestran mayor uniformidad de germinación y mayor porcentaje de plantas útiles, es decir, con todas sus estructuras bien formadas. Por lo tanto es preferible siempre separar las semillas más pesadas de las más livianas.

La evaluación de la calidad de la germinación se realiza usando el método ISTA. No solo se evalúa el vigor de la semilla sino también la conformación de las principales estructuras de la plántula tales como una raíz principal definida y presencia de raíces secundarias, cotiledones bien formados, entre otros.

Luego se completa la limpieza con una revisión manual de todos los lotes. Esta revisión es el filtro final dentro del proceso. Se retiran semillas que hayan escapado al filtro mecánico o que tengan alguna característica que no pueda separarse vía mecánica, por ejemplo: la fisiopatía de testa semi-abierta o “chaqueta corta”, semilla pintada, etc.

Al haber estado la semilla expuesta al ambiente, es necesario extraer una nueva muestra de humedad para asegurar que la semilla va a ser almacenada con el porcentaje de humedad óptimo para la especie. Todo el proceso de limpieza debe de realizarse en un

ambiente acondicionado con deshumificadores, o extractores de humedad, para evitar que la semilla absorba agua y aumente su porcentaje de humedad.

#### 3.2.14 Almacenado

Es la fase final del proceso. Los sacos de semilla deben de ser almacenados a una temperatura nunca mayor de 20°C mientras se espera que se emita la orden de exportación. Se requiere de un ambiente herméticamente cerrado para poder manejar condiciones controladas de humedad y temperatura.

#### IV. CONCLUSIONES

- A diferencia de cultivos extensivos donde los indicadores de producción están orientados hacia el volumen y calidad de la fruta o vegetal. En la producción de semillas se prioriza la pureza e identidad genética del cultivar y además se asegura la calidad física, fisiológica y sanitaria de la semilla. Lo cual requiere que se tenga que implementar un protocolo de calidad para cada fase de manejo del proceso.
- La producción bajo invernadero ofrece varias ventajas sobre todo del punto de vista de ataque de plagas. Si bien representa esto un aumento de costo frente a trabajar la producción a campo abierto, se asegura un mejor control de plagas y en el resto de aspectos de la producción.
- La producción de semilla de sandía triploide requiere condiciones climatológicas especiales sobre todo de temperatura y luminosidad. Producirla fuera de la ventana óptima de polinización puede significar poner en riesgo la producción al aumentar el riesgo de obtener bajos rendimientos en términos de gramo por planta así como aumentar la probabilidad de la incidencia de anomalías fisiológicas que perjudiquen la calidad de la semilla. Una temperatura mínima de 18°C durante el día es suficiente para asegurar el desarrollo normal del proceso.
- La duración del proceso depende de las condiciones de temperatura, pudiendo variar entre 120 a 140 días entre siembra y tener la semilla disponible para exportar.
- Es de particular importancia mantener un balance nutricional equilibrado en cuanto al suministro de macronutrientes y que fomente un balance adecuado entre el desarrollo vegetativo y reproductivo de la planta. Ya que cualquier exceso puede generar que la planta priorice el desarrollo vegetativo en detrimento de la producción de semillas.
- El manejo del riego y dosificación de fertilizante es determinante para mantener una Conductividad eléctrica (CE) y pH adecuados, puntos críticos durante todo el manejo del cultivo.
- Es fundamental el manejo de criterios e indicadores de cosecha que permitan ejecutar la labor de cosecha en el momento óptimo de germinación. Cosechar antes o después del momento determinado como óptimo puede afectar seriamente la calidad de germinación del lote de semilla y perder toda la producción.

- **V. REVISION BIBLIOGRAFICA**

- Cabrera, L.; Fomaris, G; Martinez SL; Ortiz, C; Rivera, LE; Semidey, N. 2000. Conjunto tecnológico para la producción de Sandía. Ed. W Lugo. Puerto Rico. Universidad de Puerto Rico. 40 pp.
- Canales, A. (2007) Control Biológico de las Plagas Agrícolas. Lima, Perú 106 pp.
- Casseres, E. (1980) Producción de Hortalizas, tercera edición, Editorial II CA, San José, Costa Rica; 387 pp.
- Cisneros H. F. (2010). Programa MIP de Espárrago en Chavimochic, Perú
- CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) 2000. El cultivo de sandía o patilla (*Citrullus lanatus*) en el departamento del Meta. Ed. Jaramillo, CA. Meta, CO. Ministerio de Agricultura.
- Delgado de la Flor, F., Toledo, J., Casas, A., Ugas, R., Siura, S. (1987) Cultivos Hortícolas Datos Básicos. Ediagraria, UNALM. Programa de investigación de hortalizas. Lima, Perú.
- 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/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>).
- <http://www.hortalizas.com/cultivos/cucurbitaceas/sandia-sin-semillas/>
- Infoagro (2002). El cultivo de la sandía. PDF. ([http://www.infoagro.com/frutas/frutas\\_tradicionales/sandia.htm](http://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/sandia.htm))
- Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2000). Proyecto: Diagnóstico, bioecología y manejo sostenible de *Prodiplosis longifila* en Ecuador. INIAP-PROMSA-CEDEGE. EE.
- Juarez, B. (2008). Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis. Seminis vegetable seeds inc. Woodland, California, Estados Unidos.



- Maroto, J. Miguel, A. Pomares, F. (2002) El cultivo de la sandía. Ed. Mundi - Prensa. España.
- Maynard, D. N. (1989). "Triploid watermelons: a new version of an old crop". Amer. Veg. Grower, 37(8): 42-43.
- Panta, S. (2015) Nivel de Fertilización Potásica en la Producción y Calidad de Sandía (*Citrullus lanatus*) cv. "Black Fire". Lima, Perú.
- Parsons, D. (1992). Manuales para educación agropecuaria. Cucurbitáceas. Ed. Trillas. México.
- Reche, J. (1995). Cultivo de sandía en invernadero. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas de Almería.
- Rubatzky, V., Yamaguchi, M (1997). World Vegetables, International Thompson Publishing, USA, 843 pp.
- Sánchez, G., Apaza, W. (2000) Plagas y enfermedades del espárrago en el Perú. Instituto Peruano del Espárrago. Lima, Perú, 172 pp.
- Goldy, R. (2012) Seedless watermelon – how do they do that? Michigan State University Extension ([http://msue.anr.msu.edu/news/seedless\\_watermelon\\_how\\_do\\_they\\_do\\_th](http://msue.anr.msu.edu/news/seedless_watermelon_how_do_they_do_th) at).
- Schweers, V. H. (1976) Watermelon Production, University of California, Leaflet 2672.
- Soto, Felix. Soto, Juan Cesar (2017). Rendimiento y calidad de once híbridos de sandía bajo condiciones de La Molina. Lima, Perú.
- Stino, R.G., S.M. Abd El-Wahab, S.A. Habashy, and R.A. Kelami. (2011). Productivity and fruit quality of three mango cultivars in relation to foliar sprays of calcium, zinc, boron or potassium. J. Hort. Sci. Ornam.

## 6. ANEXOS

### ANEXO 1: Plan de aplicaciones estándar para campo de producción semilla de sandía tetraploide para 1 hectárea.

Días después tras plante	FAMILIA	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	UNIDAD	OBJETIVO	TOTAL PRODUCTO	VOLUMEN APLICADO	MOJAMIENTO/HA (litros)	FORMA DE APLICACIÓN
0	FUNGICIDA	HOMAI	Thiofanate metyl 50% + thiram 30%	Kg	fusarium	1.2	1200	1200	drench
0	AGROTOS	SOLTPH	Acidos orgánicos	Lt	regulador de ph	0.6		1200	drench
3	FOLIAR	DELFPAN PLUS	Aminoácidos	lt	bioestimulante	0.3	200	200	Foliar
5	FERTILIZANTE	NATURVITAL 16	Ácidos Húmicos	Lt	Mejorador de Suelo	20	400	20 Lt/ha	Inyección
5	INSECTICIDA	ACTELLC	Pirimifos metil 50%	Lt	Desinfección	0.9	600	600	Foliar
5	AGROTOS	SOLTPH	Acidos orgánicos	Lt	Desinfección	0.3		600	Foliar
7	INSECTICIDA	TORNADO	Bacillus thuriguensis 5g + abamectina15g	Kg	acaros	0.3	200	200	Foliar
7	INSECTICIDA	CONFIDOR	Imidacloprid 700g/l	LT	prodiplosis /Trips	0.2		200	Foliar
7	AGROTOS	SOLTPH	Acidos orgánicos	Lt	regulador de ph	0.1		200	Foliar
8	FUNGICIDA	EMCOMPOST	Microorganismos Eficientes de suelo	Lt	MB Control de patogenos	2	400	2 Lt/ha	Inyección
8	OTROS	MELAZA	Extracto de caña	Kg	atrayente	7	0	7 Kg/ha	Inyección
10	FOLIAR	CARBOXY-CA	CaO 145 gr/L +ECCA carboxy 39 gr/l	Lt	Blosson/Cracking	1	200	200	Foliar
10	FERTILIZANTE	FULVEX	Acidos Fulvicos	LT	surfactante	1		200	Foliar
13	FUNGICIDA	ALIETTE	fosetil aluminio 80%	Kg	Inductor de defensa	0.8	200	200	Foliar
13	AGROTOS	MAXICOVER	Polyether-polymethylsiloxane	Lt	surfactante	0.03		200	Foliar

Días después tras plante	FAMILIA	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	UNIDAD	OBJETIVO	TOTAL PRODUCTO	VOLUMEN APLICADO	MOJAMIENTO/HA (litros)	FORMA DE APLICACIÓN
15	FERTILIZANTE	NATURVITAL 16	Ácidos Húmicos	Lt	Mejorador de Suelo	20	400	20 Lt/ha	Inyección
17	INSECTICIDA	MOVENTO	Spirotetramat 150gr/cil	Lt	prodiplosis /pulgon	0.3	300	300	Foliar
17	FUNGICIDA	FITORAZ	Cymoxanil 6%-Propineb 70%	Kg	Mancha Foliar	0.75		300	Foliar
17	INSECTICIDA	ABSOLUTE	Spinetoram 60%	Lt	trips	0.15		300	Foliar
17	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.15		300	Foliar
18	FUNGICIDA	EMCOMPOST	Microorganismos Eficientes de suelo	Lt	MB Control de patogenos	2	400	2 Lt/ha	Inyección
18	OTROS	MELAZA	Extracto de caña	Kg	atrayerente	7	0	7 Kg/ha	Inyección
18	FOLIAR	NUTRICALCIO PLUS	calcio 24%	Lt	Blosson/Cracking	2	400	400	Foliar
18	FERTILIZANTE	FULVEX	Acidos Fulivicos	LT	carrier	2		400	Foliar
21	INSECTICIDA	ACTELLC	Pirimifos metil 50%	Lt	Prodiplosis	0.9	600	600	Foliar
21	INSECTICIDA	SPIROSIL	Spirodiclofen 250 SC g/L	Lt	Acaros	0.3		600	Foliar
21	AGROTOS	SOLTPH	Acidos orgánicos	Lt	Desinfección	0.3		600	Foliar
24	FUNGICIDA	TACHIGAREN	Hymexazol 300g/l	Lt	Fusarium	1	400	1 Lt/ha	Inyección
25	FUNGICIDA	DITHANE	Mancozeb 800g/lt	Kg	Heridas de poda	0.9	600	15 cc/pta	Foliar
25	FUNGICIDA	CHAMPION	Hidróxido de cobre 77%	kg	Heridas de poda	0.9		15 cc/pta	Foliar
26	INSECTICIDA	STARKLE	Dinotefuran 200 g/Kg	Kg	Prodiplosis	0.5	500	500	Foliar

Días después tras plante	FAMILIA	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	UNIDAD	OBJETIVO	TOTAL PRODUCTO	VOLUMEN APLICADO	MOJAMIENTO/HA (litros)	FORMA DE APLICACIÓN
26	INSECTICIDA	CORAGEN	Clorantraniliprole 20%	Lt	Diaphania	0.2		500	Foliar
26	FUNGICIDA	ROVRAL	Iprodione 50%	Kg	Rovral	0.75		500	Foliar
26	AGROTOS	MAXICOVER	Polyether-polymethylsiloxane	Lt	surfactante	0.075		400	Foliar
27	FOLIAR	KAMAB	Nitrógeno Nítrico, Óxido de potasio	Lt	Micronutriente	2.5	500	500	Foliar
27	FERTILIZANTE	SOLTFULVICO	Acidos Fulvicos	kg	carrier	2.5		500	Foliar
27	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.2		400	Foliar
30	FERTILIZANTE	NATURVITAL 16	Ácidos Húmicos	Lt	Mejorador de Suelo	20	400	20 Lt/ha	Inyección
30	FUNGICIDA	CERCOBIN M	Tiofanate metil 70%	Lt	fusarium	2	400	2.0 Kg/ha	Inyección
31	INSECTICIDA	OCAREN	Profenofos 50% + Fipronil 7%	Lt	Prodiplosis	0.9	600	600	Foliar
31	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.3		600	Foliar
34	INSECTICIDA	LEPIDOR	Bacillus turingiensis var. Kustaki + aizaway	Lt	larvas/lepidopteros	3	600	600	Foliar
34	INSECTICIDA	ABSOLUTE	Spinetoram 60%	Lt	trips	0.3		600	Foliar
34	INSECTICIDA	MOVENTO	Spirotetramat 150gr/cil	Lt	prodiplosis	0.6		600	Foliar
34	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.3		600	Foliar
34	AGROTOS	MAXICOVER	Polyether-polymethylsiloxane	Lt	surfactante	0.09		600	Foliar
35	FOLIAR	PACKHARD	Calcio + Boro	Lt	Blosson/Cracking	3	600	600	Foliar

Días después tras plante	FAMILIA	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	UNIDAD	OBJETIVO	TOTAL PRODUCTO	VOLUMEN APLICADO	MOJAMIENTO/HA (litros)	FORMA DE APLICACIÓN
35	FERTILIZANTE	SOLTFULVICO	Acidos Fúlvicos	kg	enraizante	3		600	Foliar
38	INSECTICIDA	FASTAC	Alfacipermetrina 10%	Lt	Desinfección	0.525	700	700	Foliar
38	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.35		700	Foliar
40	FUNGICIDA	MERTECT	Tiabendazol 500gr/lit	Lt	fusarium	0.5	400	0.5 Lt/ha	Inyección
44	FUNGICIDA	S-PRONTO	Hexconazole 10%	Lt	Oídium	0.8	800	800	Foliar
44	INSECTICIDA	ABAMEX	Abamectina -18%	Lt	acaros	0.8		800	Foliar
44	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.4		800	Foliar
44	AGROTOS	MAXICOVER	Polyether-polymethylsiloxane	Lt	surfactante	0.12		800	Foliar
46	INSECTICIDA	DELTOX	Deltametrina 25g/l	Lt	Diaphania	0.8	800	800	Foliar
46	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.4		800	Foliar
48	INSECTICIDA	LEPIDOR	Bacillus turingiensis var. Kustaki + aizaway	Lt	larvas/lepidopteros	4	800	800	Foliar
48	FUNGICIDA	NATIVO	Tebuconazole 500g/lit-Trifloxystrobin 250g/kg	Kg	Oídium	0.32		800	Foliar
48	AGROTOS	MAXICOVER	Polyether-polymethylsiloxane	Lt	surfactante	0.12		800	Foliar
48	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.4		800	Foliar
50	FUNGICIDA	COLUMBUS	Metalaxyl-M 35%	Lt	phythopthora	0.6	400	0.6 Lt/ha	Inyección

Días des púes tras plan te	FAMILIA	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	UNIDAD	OBJETIVO	TOTAL PRODUCTO	VOLUMEN APLICADO	MOJAMIENTO/HA (litros)	FORMA DE APLICACIÓN
50	INSECTICIDA	LORSBAN 4E	Clorpirifos 2.5%	Lt	Desinfección	1.2	800	800	Foliar
50	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	Desinfección	0.4		800	Foliar
55	FUNGICIDA	HEADLINE PRO	Pyraclostrobin	Lt	alternaria	0.6	800	800	Foliar
55	INSECTICIDA	SPIROSIL	Spirodiclofen 250 SC g/L	Lt	acaros	0.4		800	Foliar
55	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.4		800	Foliar
55	AGROTOS	MAXICOVER	Polyether-polymethylsiloxane	Lt	surfactante	0.12		800	Foliar
60	INSECTICIDA	GERONIMO	Acetamiprid	Kg	TRIPS/pulgón	0.2	800	800	Foliar
60	FUNGICIDA	KURAKA	Spiroxamina 500g/l	Lt	Oídium	0.32		800	Foliar
60	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.4		800	Foliar
65	FUNGICIDA	BRAVO	Clortalonil 72%	Lt	botrytis	0.4	800	800	Foliar
65	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.4		800	Foliar
65	INSECTICIDA	ABAMEX	Abamectina -18%	Lt	acaros	0.8		800	Foliar
72	INSECTICIDA	LEPIDOR	Bacillus turingiensis var. Kustaki + aizaway	Lt	Diaphania	4	800	800	Foliar
72	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.4		800	Foliar
72	FUNGICIDA	S-PRONTO	Hexconazole 10%	Lt	Oídium	0.8		800	Foliar
80	INSECTICIDA	DELTOX	Deltametrina 25g/l	Lt	larvas/lepidopteros	0.8	800	800	Foliar

Días después tras plante	FAMILIA	PRODUCTO	INGREDIENTE ACTIVO	UNIDAD	OBJETIVO	TOTAL PRODUCTO	VOLUMEN APLICADO	MOJAMIENTO/HA (litros)	FORMA DE APLICACIÓN
80	FUNGICIDA	SPORTAK	Procloraz 45%	Kg	penicillium /botrytis	0.32		800	Foliar
80	AGROTOS	SOLTPH	Acidos organicos	Lt	regulador de ph	0.4		800	Foliar

**Fuente: Elaboración propia.**