

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**“MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*)  
(Thunb.) PARA PRODUCCION DE SEMILLA BAJO CONDICIONES DE  
VILLACURÍ – ICA.”**

**Presentado por:**

**CHRISTIAN ANTONIO PAREDES QUISPE**

**Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Lima – Perú**

**2017**

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

**“MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*)  
(Thunb.) PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA BAJO CONDICIONES DE  
VILLACURÍ – ICA.”**

Presentado por:

**CHRISTIAN ANTONIO PAREDES QUISPE**

Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Sustentado y Aprobado ante el siguiente jurado:

.....  
Ing. Mg. Sc. Jorge Castillo Valiente  
PRESIDENTE

.....  
Ing. M.S. Andrés Casas Díaz  
ASESOR

.....  
Ing. Mg. Sc. Cecilia Figueroa Serrudo  
MIEMBRO

.....  
Ing. Mg. Sc. Juan Carlos Jaulis Cancho  
MIEMBRO

Lima -- Perú  
2017

## **DEDICATORIA**

A Dios, por ser mi guía y cuidarme todos estos años de vida.

A mi madre Lidia Quispe, por ser un ejemplo de abnegación, lucha constante, fuerza, sacrificio y amor, por ser la persona incondicional que nunca me falla a quien debo todo lo que soy, con mucho cariño y gratitud

A mi padre Honorio Paredes, por el gran apoyo que me brindó mediante su trabajo y los valores que me inculcó.

A mis hermanos Alberto, Julio y Katherine por motivarme, para seguir creciendo profesionalmente.

A mis hijos Adrián y Gabriel, que son mi orgullo y alegran mi vida.

A María Paula, por su gran amor, confianza y motivación para alcanzar este importante logro en mi vida profesional. Por hacer que yo vuelva a creer en mí.

## **AGRADECIMIENTOS**

Mi especial agradecimiento a mi profesor guía Ing. M. S. Andrés Casas Díaz, por su orientación, consejos y dedicación a encaminar este trabajo.

A los señores jurados por sus sugerencias, apoyo y que colaboraron en terminar este trabajo.

Gracias Dios por la fuerza y salud, a mi familia porque son el apoyo incondicional ante cualquier proyecto.

A María Paula, por el gran apoyo en la realización del presente trabajo.

A mi querida alma mater Universidad Nacional Agraria La Molina, por ser espacio de buenos y gratos momentos.

# INDICE GENERAL

## RESUMEN

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>2</b>
	2.1 LOCALIDAD DE ICA	
	2.1.1. Condición geográfica	2
	2.1.2. Condición fisiográfica	2
	2.1.3. Condición hidrográfica	3
	2.1.4. Condición ecológica	4
	a. Clima	4
	b. Suelo	4
	2.2. EL CULTIVO DE SANDÍA ( <i>Citrullus lanatus</i> )	4
	2.2.1 Origen	4
	2.2.2 Ubicación taxonómica del cultivo de sandía	5
	2.2.3 Morfología	5
	a. Sistema radicular	5
	b. Tallos	5
	c. Hojas	6
	d. Flores	6
	e. Frutos	6
	f. Semillas	6
	2.2.4 Fenología del cultivo	7
	2.2.5 Requerimientos climáticos	10
	2.2.6 Requerimiento edáfico	10
	2.2.7 Requerimiento hídrico	11
	2.2.8 Tipos de cultivares de sandía	11
	2.2.9 Principales plagas del cultivo	13
<b>III.</b>	<b>MANEJO AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE SANDÍA PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA COMERCIAL</b>	<b>14</b>
	3.1 PREPARACIÓN DEL TERRENO	14
	3.1.1 Subsulado	14
	3.1.2 Arado	15
	3.1.3 Gradeo y nivelado	15
	3.1.4 Surcado	15
	3.1.5 Preparación de la cama de siembra y colocación de las cintas.	16
	3.2 SIEMBRA	16

3.3. TRASPLANTE	19
3.3.1 Densidad de siembra	20
3.4 SISTEMA DE CONDUCCIÓN	21
3.4.1 Poda y guiado	21
3.5 MANEJO DE PARENTALES MACHO	21
3.5.1 Cosecha de flores masculinas	22
3.6 ROGUING	23
3.7 HIBRIDACIÓN	24
3.7.1 Materiales utilizados	24
3.7.2 Tapado de flores hembras	25
3.7.3 Polinización	26
3.7.4 Despunte	28
3.8 MANTENIMIENTO DEL CULTIVO	28
3.8.1 Poda final	28
3.8.2 Eliminación de frutos autopolinizados	29
3.9 COSECHA Y TRILLA	29
3.9.1 Cosecha	29
3.9.2 Trilla	30
3.10 ACONDICIONAMIENTO DE LA SEMILLA	32
3.11 RIEGO Y FERTILIZACIÓN	33
3.12 CONTROL FITOSANITARIO	34
<b>IV. APORTES PROFESIONALES</b>	<b>35</b>
4.1 DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONES Y ASPECTOS PROPIOS DE LA CARRERA PROFESIONAL	35
4.1.1 Planificación y distribución de los campos de cultivo de acuerdo al área contratada y los kilos requeridos por la empresa.	35
4.1.2 Planificación de todos los procesos agronómicos de producción de semilla de sandía	35
4.1.3 Cumplimiento de las metas de costos directo con respecto a la mano de obra e insumos requeridos para la producción	35
4.1.4 Gestión de la disponibilidad del personal entrenado para cumplir las tareas requeridas del proceso de producción de semilla de sandía	35
4.1.5 Actualización de las bases de datos internos y corporativos	36
4.2 CONTRIBUCIÓN EN LA SOLUCIÓN DE SITUACIONES PROBLEMA, ANÁLISIS DE LA CONTRIBUCIÓN Y NIVEL DE BENEFICIO OBTENIDO POR LA EMPRESA	36
4.2.1 Establecimiento de ventana de producción	36
4.2.2 Manejo del cultivo de sandía bajo el sistema de tutorado en parentales hembras	37
4.2.3 Estandarización del momento óptima de la poda	38

4.2.4 Mejora en el proceso de hibridación	40
4.2.5 Determinación del intervalo de temperatura del proceso de polinización en sandías triploides	40
4.2.6 Optimización del manejo de parental macho con tutorado y bajo condiciones de casa malla	42
<b>V. CONCLUSIONES</b>	<b>43</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	<b>45</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>46</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla N° 01.- Principales cultivares de sandía en el Perú.</b>	<b>12</b>
<b>Tabla N° 02.- Distanciamiento utilizado para los parentales.</b>	<b>20</b>
<b>Tabla N° 03.- Ley de fertilización.</b>	<b>33</b>
<b>Tabla N° 04.- Lámina de riego según fenología del cultivo.</b>	<b>33</b>
<b>Tabla N° 05.- Insecticidas.</b>	<b>34</b>
<b>Tabla N° 06.- Fungicidas.</b>	<b>34</b>



## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura N°1.- Ubicación geográfica del departamento de Ica. Google map (2014)</b>	<b>2</b>
<b>Figura N°2.- Fenología de la sandía para la producción de semilla.</b>	<b>8</b>
<b>Figura N°3.- Fenología de la sandía para la producción de semilla.</b>	<b>9</b>
<b>Figura N°4.- Subsulado.</b>	<b>14</b>
<b>Figura N°5.- Campo subsulado.</b>	<b>14</b>
<b>Figura N°6.- Arado.</b>	<b>15</b>
<b>Figura N°7.- Gradeo.</b>	<b>15</b>
<b>Figura N°8.- Terreno nivelado.</b>	<b>15</b>
<b>Figura N°9.- Surcado.</b>	<b>16</b>
<b>Figura N°10.- Encamado y encintado.</b>	<b>16</b>
<b>Figura N°11.- Llenado de bandejas con turba</b>	<b>17</b>
<b>Figura N°12.- Siembra.</b>	<b>18</b>
<b>Figura N°13.- Plantines de sandía.</b>	<b>18</b>
<b>Figura N°14.- Planta lista para el trasplante.</b>	<b>19</b>
<b>Figura N°15.- Hoyado para transplante.</b>	<b>19</b>
<b>Figura N°16.- Distribución en el campo para parental hembra tetraploide.</b>	<b>20</b>
<b>Figura N°17.- Distribución en el campo para parentales hembra y macho triploide.</b>	<b>20</b>
<b>Figura N°18.- Guiado de tallos en diagonal.</b>	<b>21</b>
<b>Figura N°19.- Botón floral.</b>	<b>22</b>
<b>Figura N°20.- Botón floral ideal para cosechar.</b>	<b>22</b>
<b>Figura N°21.- Flor abierta y contaminada.</b>	<b>22</b>
<b>Figura N°22.- Flores listas para llevar a campo.</b>	<b>23</b>
<b>Figura N°23.- Izquierda fruto off type.</b>	<b>24</b>
<b>Figura N°24.- Materiales para hibridar.</b>	<b>24</b>
<b>Figura N°25.- Presencia de estambres en flor femenina.</b>	<b>25</b>
<b>Figura N°26.- Estambre rudimentario en flor femenina.</b>	<b>25</b>
<b>Figura N°27.- Estambres bien formados y rudimentarios en flor femenina.</b>	<b>25</b>
<b>Figura N°28.- Flor femenina ideal para tapar.</b>	<b>25</b>

<b>Figura N°29.- Flor femenina tapada con sobre rojo.</b>	<b>25</b>
<b>Figura N°30.- Emasculación de flor femenina.</b>	<b>26</b>
<b>Figura N°31.- Retiro completo de estambres.</b>	<b>26</b>
<b>Figura N°32.- Flores machos listas para ser utilizadas en la polinización.</b>	<b>27</b>
<b>Figura N°33.- Pétalos retirados de la flor hembra.</b>	<b>27</b>
<b>Figura N°34.- Polinización.</b>	<b>27</b>
<b>Figura N°35.- Marcado de flor.</b>	<b>27</b>
<b>Figura N°36.- Despunte.</b>	<b>28</b>
<b>Figura N°37.- Poda final.</b>	<b>29</b>
<b>Figura N°38.- Fruto cuajado.</b>	<b>29</b>
<b>Figura N°39.- Fruto maduro.</b>	<b>29</b>
<b>Figura N°40.- Semilla con color adecuado.</b>	<b>29</b>
<b>Figura N°41.- Cosecha.</b>	<b>30</b>
<b>Figura N°42.- Corte del pedúnculo en “T”.</b>	<b>30</b>
<b>Figura N°43.- Trilla sandía triploide.</b>	<b>31</b>
<b>Figura N°44.- Trilladora.</b>	<b>31</b>
<b>Figura N°45.- Pulpa con semilla luego de trilla.</b>	<b>31</b>
<b>Figura N°46.- Lavado de semilla en tinas.</b>	<b>32</b>
<b>Figura N°47.- Enjuague de semillas.</b>	<b>32</b>
<b>Figura N°48.- Secado de semillas en tinas.</b>	<b>32</b>
<b>Figura N°49.- Meses de hibridación y rendimientos en Kg/ha.</b>	<b>37</b>
<b>Figura N°50.- Hibridación en sandía vertical.</b>	<b>38</b>
<b>Figura N°51.- Crecimiento de fruto.</b>	<b>38</b>
<b>Figura N°52.- Maduración de fruto.</b>	<b>38</b>
<b>Figura N°53.- Plantas sin podar (35 días después del trasplante).</b>	<b>39</b>
<b>Figura N°54.- Poda de sandía a 25 días después del trasplante.</b>	<b>39</b>
<b>Figura N°55.- Flor con estigma cubierto con néctar.</b>	<b>41</b>
<b>Figura N°56.- Rendimiento de sandía triploide.</b>	<b>41</b>
<b>Figura N°57.- Parental macho conducido en tutorado y bajo condiciones de casa malla.</b>	<b>42</b>

## RESUMEN

El presente trabajo resume el manejo agronómico que se realiza para la producción de semilla de sandía bajo las condiciones de Villacurí, Ica. Se articulan en forma secuencial todos los procesos de producción y adicionalmente se plantea el programa fitosanitario y de fertirrigación que el cultivo requiere. Además, se da información sobre la taxonomía del cultivo de sandía, sus características morfológicas y estados fenológicos, así como sus requerimientos climáticos, edáficos, hídricos. Seguidamente se indica las condiciones geográficas, hidrográficas y ecológicas de la región Ica.

Se enumeran los trabajos a realizar en la primera parte de la producción del cultivo, el cual es la preparación del terreno. Se inicia con el subsolado, arado, gradeo, nivelado, surcado, preparación de las camas y colocación de las cintas de riego. Se explica el proceso de la siembra y producción de plantines, así como el proceso de trasplante en el campo definitivo.

Se describe el manejo de la poda, el cual definirá el sistema de conducción del cultivo. Se establece con tres tallos, uno principal y dos laterales. Una vez definido el sistema de conducción del cultivo, la planta queda lista para el proceso de hibridación.

La hibridación consta de dos momentos: el tapado de flores femeninas y la polinización de dichas flores. Una vez finalizado el proceso de hibridación, se realiza la poda de limpieza para que la planta desarrolle el fruto logrado procediendo a eliminar los frutos autopolinizados y los brotes nuevos.

Como parte final del proceso de producción en campo, se detalla el proceso de cosecha y trilla del cultivo indicando las características que debe presentar el fruto para una adecuada cosecha y extracción de las semillas de los frutos. Finalmente, se menciona el proceso de lavado y secado de la semilla hasta su empaque final.

## I. INTRODUCCIÓN

La sandía es una hortaliza de gran importancia económica en el mercado internacional. Se cultiva en todo el mundo y según datos de la FAO (2013), la República Popular China ocupa el primer lugar con 70 millones de toneladas, seguido de Turquía con 4.04 millones de toneladas y por Irán con 3.8 millones de toneladas. El cuarto lugar lo ocupa Brasil con 2.07 millones de toneladas.

Dada la gran importancia del cultivo de sandía para la agricultura mundial, la producción requiere de semilla de muy buena calidad y en cantidades que abastezcan la demanda global. Por otro lado, el Perú presenta zonas ecológicas ideales en donde se puede desarrollar el cultivo con buen potencial. Una de estas zonas es Ica, que presenta condiciones ambientales idóneas requeridas por el cultivo.

Este trabajo pretende mostrar el manejo agronómico en la producción de semilla híbrida de sandía bajo las condiciones de Villacurí en Ica, identificando los factores que inciden en el rendimiento y calidad de esta hortaliza.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. LOCALIDAD DE ICA

#### 2.1.1. Condición geográfica

La región de Ica se encuentra ubicada, en la costa central del Perú a 306 km de la ciudad de Lima (Fig. 1) Su clima es cálido y seco con una temperatura media de 27 grados centígrados. Limita al Norte con Lima, al Este con Huancavelica y Ayacucho, al Sur con Arequipa y al Oeste con el Océano Pacífico. Tiene una extensión de 21327 kilómetros cuadrados. Su población es de 607630 habitantes y su capital es la provincia de Ica. Esta zona abarca casi íntegramente parte del desierto costero peruano (el gran Tablazo de Ica) (Gutiérrez, 2011).



Figura N° 1: Ubicación geográfica del departamento de Ica

Fuente: Google Map, (2014)

#### 2.1.2. Condición fisiográfica

En cuanto a los conjuntos morfológicos del área, predominan ampliamente las planicies alternadas de pequeñas zonas colinosas. En el área, las planicies son el conjunto morfológico dominante, que agrupa las formas de relieve llanas que van desde el litoral hasta el interior costero. Las pendientes van de 0 a 15%, pero mayoritariamente corresponden a planicies llanas,

de rango inferior de 0-4% y a planicies con ondulaciones y pequeños accidentes topográficos de 0 a 8%. Se pueden reconocer dos grandes tipos de planicie: una al Oeste, que va del litoral hasta unos pocos kilómetros al Este de la carretera Panamericana Sur y la Fundición de Aceros Arequipa, que constituye una planicie de origen marino; es decir, una superficie que hasta hace poco tiempo geológico era un fondo marino litoral. Mientras las planicies del Este de la Carretera Panamericana son de tipo continental con acumulaciones eólicas provenientes del litoral y depósitos aluviales provenientes de las estribaciones andinas. Estas planicies, que cubren a los tablazos marinos son más irregulares; es decir que tienen mayores accidentes topográficos, debido sobre todo a la presencia de cordones de dunas, así como a disecciones fluviales y emplazamientos torrenciales ocurridos durante las esporádicas fases lluviosas, que se presentan incluso en la actualidad, aunque con marcada menor intensidad a las habidas durante los periodos fríos de las glaciaciones andinas cuaternarias (Gutiérrez, 2011).

### **2.1.3. Condición hidrográfica**

La vertiente del Pacífico Occidental tiene una extensión aproximada de 290000 km<sup>2</sup>, equivalente al 22% del área total del país y da origen, como consecuencia de las precipitaciones del deshielo de los nevados y glaciares en su parte alta, a 53 ríos que discurren hacia el Océano Pacífico siguiendo una dirección predominante al Sur Oeste. El río Ica es uno de ellos y se constituye en uno de los principales ríos de la región junto con los ríos San Juan, Pisco y Grande. El sistema hidrográfico del río Ica tiene su origen en un grupo de pequeñas lagunas situadas en la parte alta de la cuenca entre las cuales la más conocida es la de Pariona. A lo largo de su recorrido, el río Ica recibe como afluentes por la margen izquierda al río Capillas y al río Santiago de Chocorvos y por la margen derecha del río Tambillos que tiene confluencia del sector llamado Ramadillas a 64 km de su nacimiento. En la actualidad, el río Ica se ve incrementado por las aguas de la laguna Choclococha y Orcoccocha, lo que hace factible que su cauce lleve agua en los meses de mayo a noviembre, según las necesidades del valle. El río Grande se encuentra ubicado en el sector meridional de la región central de la vertiente del Pacífico u Occidental, el sistema hidrográfico nace a base de precipitaciones que ocurren en las montañas de la parte alta de la cuenca. El río San Juan tiene su origen en una serie de pequeñas lagunas ubicadas en las cercanías de la divisoria que separa las cuencas de los ríos Cañete y Mantaro. Entre las lagunas destacan la de

Yunca Huarmi (Turpo) y Huarichinga, situadas a alturas aproximadas de 4100 y 4300 msnm respectivamente (Gutiérrez, 2011).

#### **2.1.4. Condición ecológica**

##### **a. Clima**

El clima es templado y desértico, la humedad atmosférica es alta en el litoral y disminuye hacia el interior. Las precipitaciones son inferiores a 15 mm/año. Solo excepcionalmente se producen lluvias de gran intensidad, pero de corta duración y que tienen un origen extrazonal. Las temperaturas máximas absolutas alcanzan 32.3 °C en Ica y 27.4 °C en Pisco y las mínimas absolutas 9.8 °C en Ica y 12.6 °C en Pisco. El viento Paracas es una brisa marina de gran fuerza que sopla en la zona de Pisco-Paracas y que contribuye a despejar el cielo de estas y de los desiertos contiguos (Gutiérrez, 2011).

##### **b. Suelo**

Los suelos de Ica presentan una gran variabilidad. Por un lado, en la parte alta (valle) presentan suelos profundos y uniformes, de textura media (francos); en la parte baja (Pampa de Villacurí) son suelos muy superficiales con presencia de grava que pueden sobrepasar el 40% del volumen de suelo, siendo aquí la textura dominante la arena gruesa. En general, químicamente, son suelos muy desuniformes, la salinidad varía entre 2.5 a 6 dS/m, siendo más salinas algunas zonas de la pampa. El pH es ligeramente alcalino, variando de 7.2 a 8 con peligro de sodio (12%). La calidad de las aguas de riego superficiales es de regular a buena, habiendo limitación de uso por salinidad, pH y concentraciones de iones tóxicos. El agua del subsuelo es utilizada para la totalidad de los cultivos de la pampa (Gutiérrez, 2011).

## **2.2 EL CULTIVO DE SANDÍA (*Citrullus lanatus*)**

### **2.2.1 Origen**

El origen de este cultivo probablemente sea el continente de África, aunque se indica también que probablemente llegó muy temprano a Asia o que en este continente existió algún centro de origen y/o de diversificación de la sandía o de plantas taxonómicamente próximas (Maroto et al., 2002).

Zohary y Hopf (2000) demostró que la sandía es oriunda de las regiones tropicales de África, más concretamente, las partes del sur de África.

### 2.2.2 Ubicación taxonómica del cultivo de sandía

De acuerdo al APG III (2009), la sandía pertenece a:

**Clase:** Equisetopsida C. Agardh

**Subclase:** Magnoliidae Novale ex Takht.

**Superorden:** Rosanae Takht.

**Orden:** Cucurbitales Juss. Ex Bercht. & J. Presl.

**Familia:** Cucurbitaceae Juss.

**Género:** *Citrullus* Schrad.

**Especie:** *Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.

### 2.2.3 Morfología

#### a. Sistema radicular

Es una planta anual con un sistema radicular que puede profundizar mucho en lo que se refiere a la raíz principal, aunque en el resto del sistema se encuentra distribuido superficialmente (Maroto et al., 2002).

#### b. Tallos

Los tallos son herbáceos cilíndricos, trepadores están recubiertos de pelos y provistos de zarcillos, se extienden rastreramente por el suelo, pudiendo desarrollarse más de 3 metros respecto de la base de la planta (Maroto et al., 2002).

Reche (1988) indica que el tallo es de desarrollo rastrero. Se trata de tallos herbáceos de color verde recubiertos de pilosidad que se desarrollan de forma rastrera pudiendo trepar debido a la presencia de zarcillos bífidios o trifidos.



### **c. Hojas**

Las hojas son pecioladas y lobuladas, divididas en 3 a 5 lóbulos redondeados, que a su vez también se componen de varios segmentos orbiculares, formando entalladuras pronunciadas. En el haz el limbo tiene la apariencia lisa, mientras que en el envés presenta un aspecto áspero y recubierto de pilosidades (Maroto et al., 2002).

### **d. Flores**

Es una planta generalmente monoica, las flores que se presentan en las axilas de las hojas son de color amarillo, solitaria y pedunculadas. Las flores femeninas tienen el gineceo con tres carpelos y la flor masculina tiene 5 estambres (Maroto et al., 2002).

Reche (1988) menciona que la flor de sandía puede ser masculina o estaminada y femenina o pistilada; es decir los dos sexos coexisten en una misma planta, pero en flores distintas. Las flores masculinas poseen ocho estambres de igual longitud formando cuatro grupos de estambres soldados por sus filamentos. Tienen tecas encorvadas con los estambres bien visibles. Las flores femeninas tienen los estambres rudimentarios y el ovario ínfero por hallarse debajo de los verticilos restantes. El ovario es veloso y ovoide, recordando en su primer estadio una pequeña sandía de tamaño de un hueso de aceituna.

### **e. Frutos**

Los frutos son bayas globulosas, oblongas o elipsoidales, en pepónide con la corteza de color verde uniforme (claro u oscuro), la pulpa, normalmente de color rojo y rosado, aunque existen cultivares que poseen la pulpa de color amarillo o anaranjado, caracteres regidos genéticamente (Maroto et al., 2002).

Por su parte, Reche (1988) señala que el fruto es una baya grande con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, generalmente liso de color, forma y tamaño variable, con la pulpa más o menos dulce y color que va de rosa claro al rojo intenso. En su interior se encuentra gran número de semillas.

### **f. Semillas**

Las semillas están distribuidas por toda la pulpa de longitud menor que el doble de su anchura, aplastadas, ovoides, de peso y colores también variables, dependiendo de la variedad, moteadas o no, con expansiones alares en los extremos más agudos.

El desarrollo de los tejidos del ovario de la flor está influenciado 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.

#### **2.2.4 Fenología del cultivo**

La duración del ciclo del cultivo de sandía está determinada por la variedad y por las condiciones climáticas de la zona, en la cual se establece el cultivo (Fig. 2 y 3)

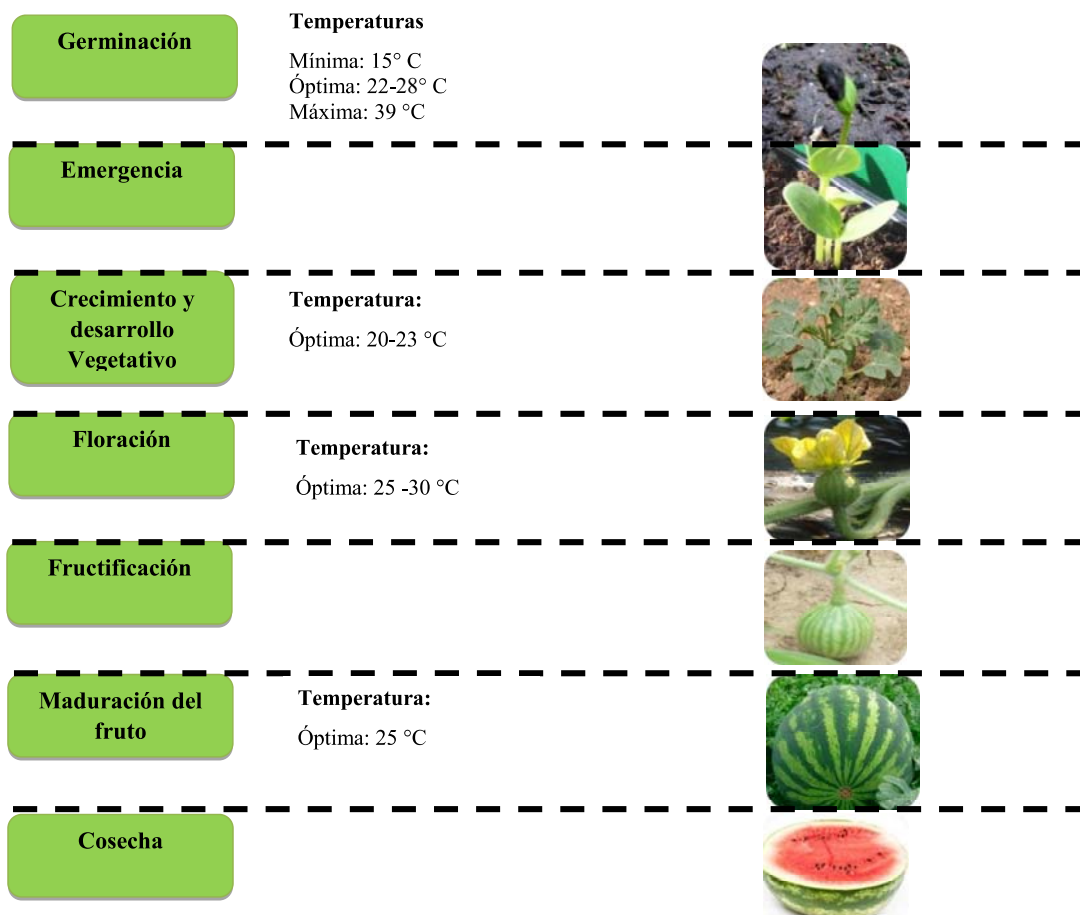


Figura N° 2 Fenología de la sandía para la producción de semilla.

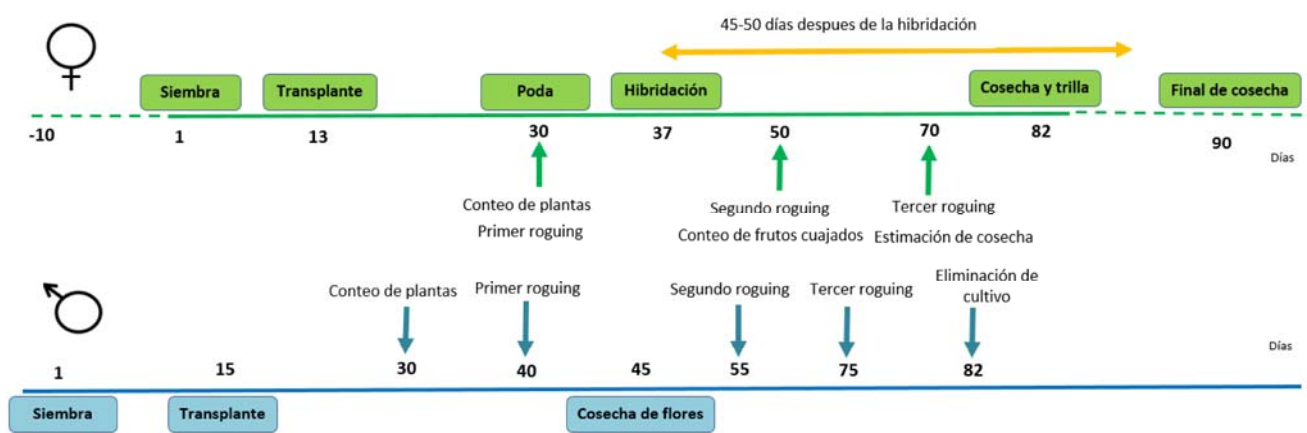


Figura N° 3 Fenología de la sandía para producir semillas híbridas.

### **2.2.5. Requerimientos climáticos**

Casseres (1980) afirma que las Cucurbitáceas crecen bien en clima cálidos con temperaturas de 18 a 25 °C como óptimo, con máximo de 32° C y mínimas de hasta 10°C; las semillas tendrán alto porcentaje de germinación si el suelo tiene una temperatura de 21 a 32 °C.

Según Rubatzki y Yamaguchi (1997), el cultivo de sandía requiere de un periodo de crecimiento relativamente largo, que está entre 100 y 150 días, la temperatura de día y de noche debe oscilar entre 30 y 20 °C, respectivamente.

Robinson y Decker-Walters (1997) sostienen que el cultivo de las Cucurbitáceas en general es complicado en latitudes extremas debido a la variación de fotoperiodos y a la incidencia de bajas temperaturas. Días largos inducen plantas más masculinas que femeninas en algunas especies y en otras la inhibición total de la floración. Se necesita gran cantidad de luz para obtener buenas cosechas, el cuajado de los frutos es afectado por las condiciones de baja intensidad de luz.

Monardes (2009) nos indica que el cultivo de sandía es de climas cálidos y secos. No prosperan bien en climas húmedos con baja insolación y se producen fallas en la maduración y calidad de frutos. En efecto, las condiciones climáticas de nuestra costa son de tipo subtropical y desértico, caracterizado por su escasa pluviosidad y pequeñas oscilaciones de temperatura anual y diaria.

Según Reche (1988), la temperatura del aire actúa ejerciendo su acción sobre las plantas a partir del momento en que comienzan a realizar la función clorofílica interviniendo en el crecimiento y desarrollo de la planta, regulando las actividades vitales y la velocidad de las reacciones.

Valadez (1994) indica que cuando el fruto alcanza su madurez tendrá buena calidad de azúcares o sólidos solubles, si existen temperaturas promedio durante el día de 32 °C y mucha luminosidad, pues esto favorece la actividad y tasa fotosintética, de la misma manera por la noche las temperaturas frescas (15 a 16 °C) disminuyen la respiración de la planta.

### **2.2.6 Requerimiento edáfico.**

Casseres (1980), Schweers y Sims (1976), y Delgado de la Flor et al. (1987) mencionan que para el cultivo de Cucurbitáceas se prefiere suelos fértiles, bien drenados como los franco-arenosos, que calienten con facilidad y no muy ácidos.

Casseres (1980) menciona que el pH más adecuado está entre 6 y 8. Pero según Rubatzky y Yamaguchi (1997), el pH ideal oscila entre 6 y 6.5, pero el rango de 5 a 7 también es aceptable. En suelos ácidos debe agregarse cal hasta ajustar el pH.

Delgado de la Flor et al. (1987) menciona que la sandía requiere de suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica. Son tolerantes a la acidez (pH: 5 a 6.8) y moderadamente tolerantes a la salinidad.

Según Valadez (1994), la sandía se adapta a cualquier tipo de suelo, prefiriendo los franco arenosos con buen contenido de materia orgánica. Es medianamente tolerante a la salinidad, puede soportar de 4 a 6 mmhos.

### **2.2.7 Requerimiento hídrico**

Schweersy Sims (1976) mencionan que las raíces desarrollan rápidamente y penetran hasta 180 cm de profundidad. La humedad es importante en la etapa de crecimiento, esto significa proveer al cultivo con 5000 m<sup>3</sup> en suelos de textura media o 6000 a 7500 m<sup>3</sup> en suelos arenosos. Delgado de la Flor et al. (1987) indica que los riegos deben ser frecuentes y ligeros, evitar la inundación de la cama, alejar el surco del riego de la planta, no debe faltar agua durante el desarrollo de los frutos.

Valadez (1994) afirma que la sandía requiere entre 500 y 750 mm de agua durante su ciclo vegetativo, que deben ser suministrados en 7 a 10 riegos y es recomendable disminuir dichos riegos en la maduración para que se concentren los azúcares.

### **2.2.8. Tipos de cultivares de sandía**

La conservación y mejora de cultivares de sandía, así como la obtención de su semilla se realiza por empresas especializadas. La obtención de nuevos cultivares se efectúa casi exclusivamente por hibridación, de manera que los cultivares híbridos o F1 sean el resultado del cruce de dos cultivares o líneas puras diferentes. Estas líneas puras antes de utilizarse para cruzamientos han de ser sometidas a controles que garanticen su homogeneidad y estabilidad, además de haber probado su capacidad combinatoria y que son capaces de conseguir un nuevo cultivar que mejore los ya existentes (Shimotsuma citado por Hashizume et al., 1993).

La técnica utilizada para la obtención de semilla híbrida consiste en la polinización manual de la flor femenina y su posterior embolsado para evitar polinizaciones extrañas. En general, las ventajas de los cultivares híbridos de sandía son uniformidad, vigor y productividad (Wehner y Maynar, 2003).

Hay un gran número de cultivares e híbridos de sandía distribuidos en todo el mundo. Los híbridos suministran al fitomejorador una patente botánica ya incorporada y al productor una garantía de confiabilidad genética. Los cultivares de polinización abierta ofrecen semillas mucho más baratas, pero conllevan riesgos, de variación genética, pureza y rendimientos posiblemente más bajos que la semilla híbrida (Wehner y Maynar, 2003).

La tendencia de la mejora genética se está centrando en aumentar la variabilidad dentro de los diferentes tipos, en cuanto a que cada mercado tiene unas preferencias muy concretas y diferentes entre sí; los hay quienes prefieren la sandía de piel oscura, mientras que otros rayada, la forma del fruto va desde redonda a muy alargada, la carne puede ser roja, amarilla, rosada o anaranjada, el fruto de tamaño pequeño a muy grande, la sandía con pepitas o sin ellas, etc. (Wehner y Maynar 2003).

Ugas et al.,(2000) indican que entre los cultivares de sandía más comúnmente utilizadas en el Perú están Charleston Gray, Huaralina, King of Hearts, Klondike Black Seed y Peacock Improved y Sugar Baby (Tabla N° 1).

Tabla N° 1: Principales cultivares de sandía en el Perú

CULTIVAR	POLINIZACION	MADUREZ RELATIVA	FRUTO		
			FORMA	EXTERIOR	COLOR DE PULPA
Charleston Grey	Abierta	Semi-precoz	Oblonga	Verde grisáceo	Rojo
Huaralina	Abierta	Tardía	Redonda	Verde oscuro con estrías más oscuras	Rojo
King Of Hearts	Hibrido(sin semilla)	Precoz	Redonda	Verde oscuro con franjas verde claro	Rojo
Klondike Black Seed	Abierta	Tardía	Oblonga	Verde oscuro	Rojo Claro
Peacock Improved	Abierta	Tardía	Oblonga	Verde oscuro	Rojo

Fuente: Ugas et al. (2000)

### **2.2.9. Principales plagas del cultivo**

Según el Center for Agricultural Bioscience International (2014), en Perú se tienen las siguientes plagas para el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)

**Insectos:** *Anastrepha grandis*, *Diaphania nitidalis*, *Spodoptera eridania*, *Solenopsis invicta*, *Chrysodeixis includens*, *Delia platura*, *Spoladeare curvalis*, *Spodoptera frugiperda*, *Aphis gossypii*, *Liriomyza trifolii*, *Liriomyza sativae*, *Trialeurodes vaporariorum*, *Myzus persicae*, *Agrotis ipsilon*, *Peridroma saucia*.

**Acaros:** *Tetranychus cinnabarinus*.

**Nematodos:** *Meloidogyne exigua*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Meloidogyne arenaria*, *Meloidogyne ethiopica*, *Rotylenchulus reniformis*, *Helicotylenchus dihystra*, *Meloidogyne javanica*.

**Hongos:** *Didymella bryoniae*, *Pseudoperonospora cubensis*, *Phytophthora capsici*, *Choanephora cucurbitarum*, *Golovinomyces cichoracearum*, *Athelia rolfsii*, *Phytophthora cactorum*, *Phytophthora citrophthora*, *Chalara elegans*, *Glomerella cingulata*, *Macrophomina phaseolina*, *Verticillium dahliae*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Pythium aphanidermatum*.

**Bacterias:** *Rhizobium radiobacter*

**Virus:** *Cherryleaf roll virus*, *Tobacco mosaic virus*, *Tobacco ring spot virus*.



### **III. MANEJO AGRONÓMICO DE CULTIVARES DE SANDIA PARA PRODUCCIÓN DE SEMILLA COMERCIAL**

La importancia de las semillas en el complejo proceso productivo de la agricultura mundial, es indiscutible reconociéndose su rol fundamental como elemento básico de la cadena del progreso agrícola y ganadero del mundo. Puede ser considerada bajo diferentes aspectos como mecanismo de perpetuación de las especies, elemento modificador de la historia del hombre, alimento, material de investigación, material de difusión de nuevas tecnologías y como enemigo del hambre.

La producción de semillas de sandía que se realiza actualmente en la localidad de Ica, será descrita principalmente en base a la experiencia en dicho cultivo.

#### **3.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

Con la preparación del terreno se busca crear condiciones favorables para el buen desarrollo del cultivo, es decir el crecimiento de las raíces y de la planta, y en la mayoría de casos para la formación del fruto. Las labores realizadas al terreno de producción constan de laboreos con maquinaria agrícola.

##### **3.1.1. Subsulado**

Es importante para romper capas profundas y aumentar la profundidad del suelo. El subsolador trabaja a una profundidad de 60 cm (Fig. 4 y 5).



Figura N° 4 Subsulado



Figura N°5 Campo subsulado

### 3.1.2. Arado

Es la remoción del terreno con el objetivo de incorporar los restos vegetales del cultivo anterior (Fig. 6).



Figura N°6. Arado

### 3.1.3. Gradeo y nivelado

La grada ayuda a disgregar los terrones de suelo que hayan quedado después del arado, dejando de esta forma el terreno mullido. Luego se acopla una barra de fierro para tener un nivelado del campo (Fig. 7 y 8).



Figura N° 7. Gradeo



Figura N° 8. Terreno nivelado

### 3.1.4. Surcado

Es la labor fundamental porque delineará las futuras “camas” donde quedará el cultivo de manera definitiva. El distanciamiento entre surcos que se emplea es de 1.5 m (Fig. 9).



Figura N° 9. Surcado

### 3.1.5. Preparación de la cama de siembra y colocación de las cintas.

Se utiliza un implemento que cuenta con cajones que establecen camas de aproximadamente 1 metro de ancho y a la vez se realiza la colocación de la cinta de riego (Fig. 10).



Figura N° 10. Encamado y encintado.

## 3.2. SIEMBRA

En la localidad de Ica se ha establecido una ventana de producción, la cual comprende la época óptima de producción del cultivo que va desde los meses de agosto a mayo (10 meses), dada las características climáticas de la localidad y los requerimientos de temperatura requeridos por el cultivo. El periodo de siembra para poder producir en esta ventana óptima va desde el mes de agosto hasta enero. La relación entre macho y hembra que se utilizará para cada híbrido es de 1:4; es decir 1 planta macho para cada 4 plantas hembras.

Esta labor se inicia con la siembra de los parentales machos, los cuales son sembrados 10 días antes de la siembra del parental hembra, dado que se requiere que el parental macho tenga flores machos disponibles, cuando el parental hembra esté listo para iniciar la hibridación.

La siembra se realiza por etapas, que comprende un área determinada (puede ir desde 3 a 8 ha.) para poder programar y distribuir adecuadamente la labor que demanda el mayor porcentaje de mano de obra (la hibridación). La siembra de cada etapa se realiza cada 10 días.

La siembra se realiza en una almaciguera, la cual utiliza los siguientes materiales e insumos:

- Semilla parental
- Bandejas: 135 celdas de 39 cm<sup>3</sup> cada uno.
- Identificaciones
- Sustrato: Turba fina.
- Vestimenta del personal: Batas, mandiles, guantes quirúrgicos, etc.

Todos estos materiales deben ser desinfectados con amonio cuaternario al 0.5%. Las bandejas se completan con turba en una máquina diseñada para ello (Fig. 11)



Figura N°11. Llenado de bandejas con turba

El parental a sembrar está plenamente identificado desde que la semilla llega a la almaciguera y mantiene dicha identificación hasta que es trasladada a campo definitivo. Una vez completa la bandeja con el sustrato se realiza la siembra directa, colocando una semilla en cada celda (Fig.12).



Figura N°12. Siembra

Sólo se siembra una variedad a la vez para evitar posibles mezclas de semillas durante el proceso. Finalizada la siembra se le adiciona una capa de vermiculita con la finalidad de retener la humedad. Luego se lleva a una cámara especial con condiciones de temperatura de 25 °C constante, en la que permanece por un periodo de 3 días aprox., lo que permite una emergencia uniforme de los plantines.

Luego se traslada a una zona de la almaciguera en donde permanece a temperatura ambiente por un periodo de tres días y durante este tiempo recibe riego por microaspersión. Los plantines en promedio están aproximadamente de 14 a 18 días desde su siembra hasta que están listos para el trasplante, dependiendo de las temperaturas (Fig. 13).



Figura N°13. Plantines de sandía

Las características que nos permiten definir que una planta está lista para el trasplante son las siguientes:

- Una hoja verdadera y el brote definido.
- Cubrimiento de las raíces en el cono del sustrato de aproximadamente un 80% (Fig. 14).



Figura N°14. Planta lista para el trasplante

### 3.3 TRASPLANTE

El trasplante es realizado de manera mecanizada si el área a trasplantar es mayor a una hectárea y se realiza de forma manual cuando el área a trasplantar es menor de una hectárea. El trasplante mecanizado se realiza mediante una maquina trasplantadora, la cual en promedio realiza hasta 3 hectáreas por día. En el trasplante manual se realizan pequeños hoyos en el suelo con una herramienta especialmente diseñada (Fig. 15).



Figura N° 15. Hoyado para trasplante.

### 3.3.1 Densidad de siembra

La densidad para las plantas parentales hembras tetraploides es de 16666 plantas/hectárea y los parentales hembras triploides es de 22222 plantas/hectárea, esto debido a que las plantas triploides son plantas menos vigorosas (Tabla 2, Fig.16 y 17)

Tabla N°2. Distanciamiento utilizado para los parentales:

Tipo	Tetraploide (Distancia entre plantas)	Triploide (Distancia entre plantas)
Parental Hembra ♀	40 cm	30 cm
Parental Macho ♂	30 cm	30 cm

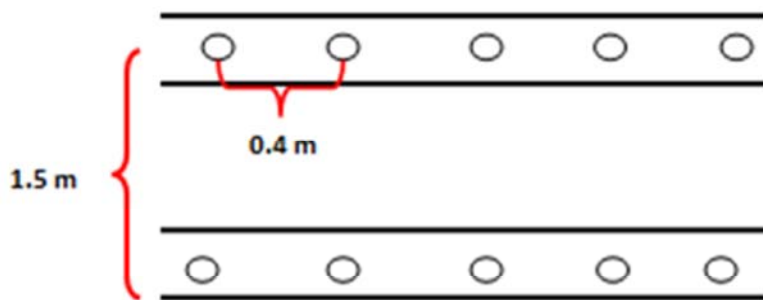


Figura N°16 Distribución en el campo para parental hembra tetraploide

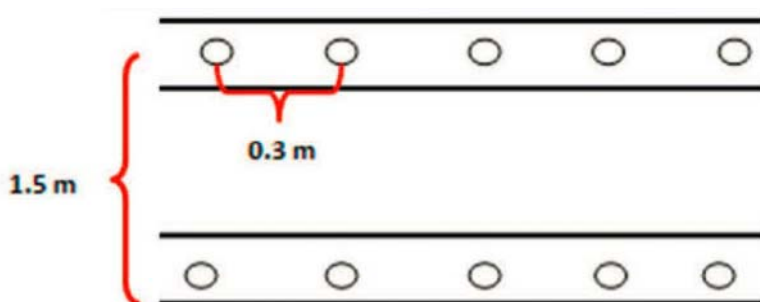


Figura N°17 Distribución en el campo para parentales machos y hembra triploide

Los plantines llegan del área de almácigo a campo plenamente identificados y después de finalizado el trasplante se identifica en las cuatro esquinas del campo con la misma información relacionada al parental.

### 3.4. SISTEMA DE CONDUCCIÓN

#### 3.4.1 Poda y guiado

Esta labor se realiza para definir el sistema de conducción y preparar a la planta para el proceso de hibridación. El sistema de conducción es a 3 tallos, es decir se mantiene en la planta el tallo principal y dos tallos laterales. Para iniciar esta labor el personal debe utilizar guantes quirúrgicos y desinfectarse las manos con amonio cuaternario al 0.5%.

La poda se realiza a los 25 días aproximadamente después del trasplante. Esto se da cuando el tallo principal tiene aproximadamente 12 nudos. Se escogen los dos mejores tallos laterales y se eliminan las guías laterales extras, brotes, flores pasadas y frutos autopolinizados.

Inmediatamente después de podar se guían los tallos en forma diagonal, con lo que se finaliza el proceso de conducción de la planta, dejándola lista para el siguiente proceso (Fig. 18). Se guía en forma en diagonal para que durante la semana siguiente, cuando esté lista para la hibridación, las flores femeninas que se encuentren en las guías (parte apical) sean visibles por el personal encargado de dicha labor.

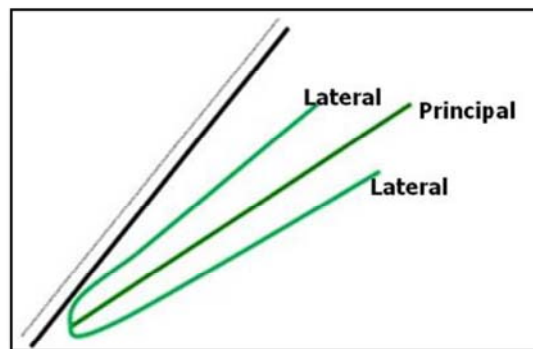


Figura N°18. Guiado de tallos en diagonal

### 3.5. MANEJO DE PARENTALES MACHO

Los parentales masculinos de sandía son producidos en campo abierto, separados de los parentales hembras. A los 20 días aproximadamente luego de ser trasplantadas las plantas de los parentales machos se guía y se ordenan estas dentro de las camas para que en el momento de la cosecha de flores se pueda caminar entre las líneas y se evite el daño de los brotes.



Aproximadamente a los 25 días una vez realizado el primer roguing (descrito más adelante), se realiza una limpieza de frutos autopolinizados con el fin de que las plantas sigan en pleno crecimiento vegetativo y puedan seguir emitiendo brotes y flores masculinas.

### 3.5.1 Cosecha de flores masculinas

Cuando las plantas del parental hembra ya se encuentran listas para el inicio de la polinización, se comienza con la cosecha de flores masculinas. Esta consiste en cosechar las flores masculinas de las plantas del parental macho cuando las flores aún no han abierto los pétalos (Fig. 19 y 20).

Este proceso se realiza a primera hora de la mañana, por un periodo aproximadamente de 40 – 60 minutos. Conforme transcurre la mañana las flores machos comienzan a abrir sus pétalos y aumenta el riesgo de cosechar flores contaminadas con polen de otro parental debido a insectos polinizadores (Fig. 21). Se debe cosechar flores óptimas.



Figura N°19 Botón floral

Figura N°20 Botón floral ideal para cosechar.

Figura N°21 Flor abierta y contaminada.

En la cosecha de flores masculinas se utilizan los siguientes recipientes:

- Vasos de tecnopor identificados para cada parental.
- Cajas de tecnopor identificadas para cada parental.
- Cinta de embalaje.
- Alcohol al 70%.

Al término de la cosecha de flores, se juntan las flores recolectados en los vasos y se disponen en la caja de tecnopor, se tapa herméticamente y se traslada a los campos de los parentales hembras (Fig. 22).



Figura N°22. Flores listas para llevar a campo.

Estas flores pueden utilizarse el mismo día o pueden quedar almacenadas por un día en refrigeradoras especiales y mantenidas a temperaturas entre 6 a 10 °C para ser utilizadas al día siguiente. Esto dependerá de la cantidad de flores hembras que están listas a polinizar.

### 3.6. ROGUING

Es el procedimiento en el cual se evalúan todas las plantas de un lote, identificando y eliminando aquellas que no correspondan al parental respectivo. Para tal fin se requiere de la información necesaria del parental tales como características morfológicas de hojas, flores y frutos.

Dado que se revisan diferentes características morfológicas, las evaluaciones se realizan en los diferentes estados fenológicos del cultivo, siendo las etapas críticas:

- **Desarrollo vegetativo:** En esta etapa se verifica el tipo de planta, forma, tamaño y color de hoja, el tipo de floración, así como la forma de la flor.
- **Desarrollo de fruto:** En esta etapa se evalúa el tipo y forma de fruto, presencia de suturas, mallas, etc.

- **Maduración de fruto:** En esta última etapa se evalúan las características externas e internas del fruto, color, dureza del fruto maduro; tamaño, color y forma de la semilla ya desarrollada con el objetivo de eliminar los fuera de tipo (off types), como se muestra en la Fig. 23.

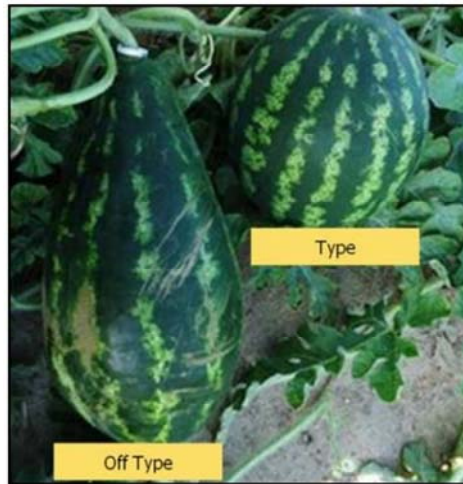


Figura N°23. Izquierda fruto off type.

### 3.7. HIBRIDACIÓN

Este proceso es uno de los más importantes en lo que refiere a la producción de semilla híbrida, dado que aquí se obtiene el potencial de rendimiento y calidad futura que tendrá la semilla hibridada. Si se realiza mal este proceso podemos obtener semilla de baja calidad genética debido a una posible autopolinización. Esta situación no se puede corregir en los siguientes procesos de producción obteniendo al final un lote de baja calidad sin valor alguno en el mercado.

**3.7.1. Los materiales utilizados** (Fig. 24) son los siguientes:

- Sobres de color rojo
- Sobres de color blanco
- Marcas de color
- Amonio cuaternario
- Pinzas
- Guantes quirúrgicos.



Figura N°24 Materiales para hibridar.

### 3.7.2. Tapado de flores hembras

La flor de sandía es unisexual, es decir que las flores femeninas no presentan estambres, pero bajo condiciones de Ica muchas variedades monoicas presentan estambres o rudimentos de estos, que algunas veces pueden contener polen viable por lo que en muchas ocasiones se termina emasculando los parentales monoicos (Fig. 25, 26, 27)



Figura N°25 Presencia de estambres en flor femenina.



Figura N°26 Estambre rudimentario en flor femenina.



Figura N°27 Estambres formados y rudimentarios en flor femenina.

Ante esta situación, el proceso previo a la hibridación es tapar con sobres rojos las flores femeninas que estén precisas para polinizar al día siguiente (Fig 28 y 29).



Figura N°28. Flor femenina ideal para tapar.



Figura N°29. Flor femenina tapada con sobre rojo.

### 3.7.3. Polinización

Esta labor se realiza una vez que se hayan eliminado las flores machos y flores femeninas que hayan abierto sus pétalos (“flores pasadas”). La polinización se realiza dentro de un rango de temperatura de 18 a 30°C, las cuales resultan óptimas para las polinizaciones en Cucurbitáceas. Generalmente estas temperaturas oscilan entre las 8 y 12 de la mañana.

Lo primero que se realiza es el retiro del sobre rojo, luego se puede proceder de la siguiente forma:

- Si los pétalos de la flor femenina permanecen cerrados; se retira el sobre dado que aún no estaba lista para tapar. Probablemente en la tarde se tape con sobre rojo nuevamente esa flor.
- Si los pétalos de la flor femenina están abiertos, significa que el estigma está receptivo. Aún así, se verifica si presenta estambre.

Si presenta estambre se realiza la emasculación, que es el proceso de extraer los estambres con la pinza antes de que se autopolinice la flor femenina (Fig. 30 y 31).



Figura N°30. Emasculación de flor femenina.



Figura N°31. Retiro completo de estambres.

Una vez extraídos los estambres de la flor femenina, se procede con la polinización, que consiste en la utilización de las flores machos (Fig. 32) cosechadas previamente, las cuales para realizar la polinización, se sacudirá con toques suaves sobre el estigma de la flor hembra.



Figura N°32. Flores machos listas para ser utilizadas en la polinización.

Si no presenta estambre, se procede con la polinización, como se indica en el anterior punto (Fig. 33, 34 y 35)



Figura N°33 Pétalos ya retirados de la flor hembra



Figura N°34 Polinización

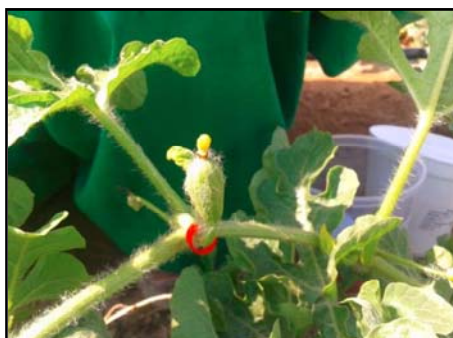


Figura N°35 Marcado de flor

En ambos casos, se utilizan dos flores machos para polinizar una flor hembra. Después de la polinización, se cubre la flor hembra con un sobre blanco y se coloca una marca de color previamente designado en el pedúnculo de la flor polinizada. Es importante asegurar el adecuado cubrimiento con el sobre blanco para evitar alguna contaminación cruzada por insectos; así como la colocación de la marca, ya que esta diferenciará los frutos hibridados de los frutos autopolinizados. Dado que la planta de sandía cuenta con 3 tallos, el promedio de flores a hibridar es de una a dos flores por planta.

#### **3.7.4. Despunte**

Inmediatamente después de la polinización se procede a despuntar la guía principal y los tallos laterales con la finalidad de que las reservas de la planta se dirijan al fruto. Se despunta levemente, sin eliminar todo el brote apical (Fig. 36).



Figura N°36. Despunte

### **3.8. MANTENIMIENTO DEL CULTIVO**

#### **3.8.1. Poda final**

Se realiza aproximadamente a los 5 días de finalizada la polinización. Consiste en eliminar los brotes apicales y axilares que hayan desarrollado de los tres tallos, así como frutos autopolinizados, esto nuevamente con el fin de concentrar las reservas hacia el fruto en crecimiento (Fig. 37 y 38)



Figura N°37. Poda final



Figura N°38. Fruto cuajado

### 3.8.2. Eliminación de frutos autopolinizados

Se realiza aproximadamente a los 20 y 35 días después de finalizada la polinización. Consiste en retirar todos los frutos que no presentan la marca que se colocó en el pedúnculo durante el proceso de hibridación.

## 3.9. COSECHA Y TRILLA

### 3.9.1. Cosecha

Labor de gran importancia en el cultivo de sandía ya que con el punto óptimo de cosecha se puede asegurar una semilla con alto poder germinativo y vigor. El momento óptimo de cosecha se basa en las características fenotípicas del fruto de acuerdo al parental. Estas características son físicas, el fruto presenta una coloración característica en su madurez en la corteza y la pulpa, y se revisa la firmeza, y el color de la semilla (Fig. 39 y 40).



Figura N°39. Fruto maduro



Figura N°40. Semilla con adecuado color



Según Reche (1988), la sandía estará madura cuando el zarcillo que hay en el pedúnculo junto al fruto esté completamente seco.

Se calcula aproximadamente una tentativa de inicio de la cosecha, que puede ser a los 50 días después del inicio de la hibridación. Antes de iniciar esta labor, se programa días antes una limpieza de frutos autopolinizados, para evitar que cuando se inicie la cosecha haya alguna contaminación con frutos no deseados y se tenga bajos resultados en la calidad genética de la semilla.

La labor de cosecha se inicia con el corte del pedúnculo en forma de “T” y se alinean los frutos en el fondo del surco (Fig. 41 y 42) Se realiza en forma de T el corte, para que no se pierda la marca de la hibridación durante el proceso de cosecha.



Figura N°41 Cosecha.



Figura N°42. Corte del pedúnculo en “T”

Luego se revisa nuevamente que todos los frutos tengan la marca característica de la hibridación. Al día siguiente de la cosecha, se realiza la trilla.

### 3.9.2. Trilla

En las sandías triploides (Fig. 43), los frutos se parten por la mitad, para realizar una última evaluación de las semillas (color y tamaño). Esto se realiza el mismo día que se realiza la trilla. En las sandías diploides los frutos van directamente a la tolva de la trilladora.



Figura N°43 Trilla sandia triploide.

En la trilla se utiliza maquinaria específica (Fig. 44) que separa la semilla del jugo y la pulpa. Luego de finalizada la trilla, la semilla con pulpa (Fig. 45) es trasladada en recipientes especiales y llevada al área de acondicionamiento, lugar donde la semilla seguirá el proceso de lavado y secado y listo para ser despachado.

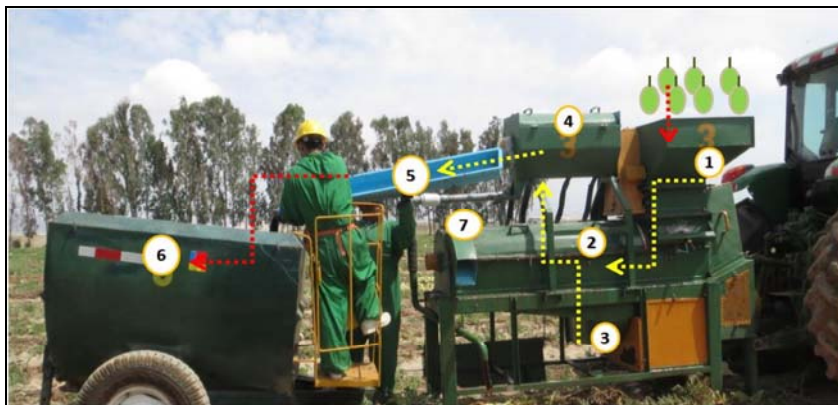


Figura N° 44 Trilladora: 1) Tolva -tritador, 2) Zaranda 3) Bomba de succión, 4) "Finish" (regula cantidad de jugo), 5) Canaleta de salida, 6) Coloso 7) Zona de desfogue (restos de pulpa, cascara)



Figura N°45 Pulpa con semilla.

### 3.10. ACONDICIONAMIENTO DE LA SEMILLA

Se recepciona la semilla del campo, verificando que todos los datos coincidan con los registros de campo. Posteriormente el recipiente con la semilla es descargado para iniciar el tratamiento de la misma.

La sandía tetraploide o triploide tiene distintas formas de lavado (Fig. 46 y 47)

- **Sandía Tetraploide:** Se recibe la semilla y se deja fermentar un día para luego proceder al lavado de la semilla.
- **Sandía Triploide:** Se recibe de campo la semilla y se lava inmediatamente con agua, ya que presenta una mayor facilidad de separar la semilla de la pulpa.



Figura N°46. Lavado de semilla en tinas.



Figura N°47. Enjuague de semillas.

Luego las semillas pasan a la zona de presecado, este paso se realiza solo con aire forzado (Fig. 48).



Figura N°48. Secado de semillas en tinas.

El secado tiene como objetivo reducir la humedad de la semilla a un rango de 8 % de humedad. Finalmente, la semilla pasa por una columna de aire donde se limpia de impurezas, para luego ser pesada y almacenada en un área con temperatura controlada (10° C).

### 3.11. RIEGO Y FERTILIZACIÓN

Bajo las condiciones de Villacurí, la ley de fertilización empleada para el cultivo es la siguiente:

Tabla N° 3 Ley de Fertilización

N	P2O5	K2O	CaO	MgO	S	B
180	220	240	80	40	40	3

La fertilización se aplica en cada riego que se suministra al cultivo.

El riego es por goteo y se programa de acuerdo a la fenología del cultivo establecida previamente. En la siguiente tabla se indican los milímetros por días entregados y la acumulación semanal en metros cúbicos por hectárea.

Tabla N°4 Lámina de riego según la fenología del cultivo.

Semana	Fenología	Lámina de riego	
		mm/día	m <sup>3</sup> /semana/ha
1	Instalación del cultivo	2	140
2		2.5	175
3	Podas	3	210
4		3.5	245
5	Hibridación	4	280
6		4.5	315
7	Crecimiento exponencial de fruto	4	280
8		4	280
9	Crecimiento lineal de fruto	3	210
10		2.5	175
11	Maduración	2	140
12		2	140
13	Próximo a cosecha	1	70
Total m <sup>3</sup> /ha			2660

### 3.12. CONTROL FITOSANITARIO

Se detalla a continuación los productos utilizados para el control de plagas y enfermedades, el cual se realiza rotando los productos para no generar resistencia (IRAC: Comité de acción de resistencia a los insecticidas y FRAC: Comité de acción de resistencia a los fungicidas).

Tabla N° 5 Insecticidas

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	GRUPO QUIMICO	MODO DE ACCION	COD IRAC
STRICTO WG	Dinotefuram 50	Neonicotinoides	Contacto e ingestion sobre el sistema nervioso	4A
AGRYBEN DUO	Emamectin benzoato + imidacloprid	Avermectinas + Neonicotinoides	Contacto e ingestion sobre el sistema nervioso	6 y 4A
BETA BAYTROIDE 125 SC	Beta ciflutrina	Piretroide	Contacto e ingestion	3A
TORNADO WP	Bacillus thuringiensis + abamectin	Bacillus thuringiensis + Avermectina	Ingestion	11A
MATRIX 200SC	Fipronil	Fenilpirazoles	Sistémico / contacto e ingestion	2B
KRAKEN WP	Imidacloprid + Lambdaciolatrina	Neonicotinoides + Piretroides	Sistémico y contacto	4A y 3A
VERZUS	Emamectin benzoato	Avermectina	Translaminar	6
CORAGEN SC	Clorantraniliprol	Diamidas	Contacto e ingestion	28
MOVENTO	Spirotetramate	Ketenoles o acidos tetramicos	Inhibidor de la biosintesis de lípidos	23
ACTUP WG	Tiametoxan	Neonicotinoides	Sistémico / contacto e ingestion	4A

Tabla N°6 Fungicidas

NOMBRE COMERCIAL	INGREDIENTE ACTIVO	GRUPO QUIMICO	MODO DE ACCION	COD FRAC
AMISTAR WG	Azoxistrobin	Strobilurina	Sistémico y contacto	10
CONQUER	kresoxim metil +spiroxamine	Strobilurina + Spiroketalamina	Sistémico y contacto	11 y 5
TOPAZ	Penconazol	Triazol	Sistémico	3
ALLETTE	Fosetil aluminio	Sal de acido fosforico	Sistémico	33
ALTO	Ciproconazol	Triazol	Sistémico y contacto	3
NIMROD	Bupirimate	Pyrimidina	Sistémico y translaminar	8
PREDOSTAR	Mancozeb +metalaxyl	Ditiocarbamato + Acilalanina	Sistémico y contacto	M3 y 4
SUPER A 450	Procloraz	Imidazol	Sistémico y translaminar	3
KARATHANE	Meptyldinocap	Crotonatos de dinitrofenilo	Contacto	29
PROSPER	spiroxamine	Spiroketalamina	Sistémico	5

## **IV. APORTES PROFESIONALES**

### **4.1 Descripción de las funciones y aspectos propios de la carrera profesional**

#### **4.1.1 Planificación y distribución de los campos de cultivo de acuerdo al área contratada y los kilos requeridos por la empresa.**

- Análisis de los kilos de semilla solicitados por la empresa y el área requerida para la producción, en base al conocimiento de cada material, su rendimiento, comportamiento agronómico y ventana adecuada de producción.

#### **4.1.2 Planificación de todos los procesos agronómicos de producción de semilla de sandía.**

- Se realiza una anticipada planificación de todos los procesos de producción en función de la fenología de esta hortaliza, mediante la calendarización de las labores agronómicas que son requeridas para obtener semilla híbrida.
- Garantizar la disponibilidad efectiva del personal entrenado para la preparación de los campos, siembra, transplante, poda, hibridación, cosecha y trilla de todos los materiales requeridos con la finalidad de lograr la cantidad y calidad exigida.

#### **4.1.3 Cumplimiento de las metas de costos directos con respecto a la mano de obra e insumos requeridos para la producción.**

- Establecimiento del costo de producción por hectárea, en función de la mano de obra requerida y los insumos necesarios, como por ejemplo: plaguicidas, fertilizantes, consumo de agua, etc.
- Planteamiento de metas de jornales directos e indirectos por hectárea utilizados durante todo el periodo fenológico del cultivo.

#### **4.1.4 Gestión de la disponibilidad del personal entrenado para cumplir las tareas requeridas del proceso de producción de semilla de sandía.**

- Capacitaciones sobre el adecuado trabajo de cada proceso productivo del personal necesario en las labores que requiera el cultivo. Estas capacitaciones se dan tanto a personal que labora por primera vez, como a personal con instrucción previa.

#### **4.1.5 Actualización de las bases de datos internos y corporativos.**

- Se realizan las actualizaciones e ingresos a las bases de datos, las informaciones relacionadas con todos los procesos productivos: siembra, transplante, hibridaciones, cosecha.
- Actualización de información pertinente acerca del desarrollo del cultivo, la información sobre las estimaciones de los kilos de semilla a producir y los kilos obtenidos de todos los materiales híbridos de sandía.

#### **4.2 Contribución en la solución de situaciones problemas, análisis de la contribución y nivel de beneficio obtenido por la empresa.**

##### **4.2.1. Establecimiento de ventana de producción.**

Hasta el año 2012 se trabajaba con una amplia ventana de producción, comprendida desde el mes de agosto hasta el mes de julio (11 meses). Debido a ello, el proceso de la hibridación se realizaba hasta el mes de junio.

De acuerdo a la data de temperatura, durante los meses de mayo y junio, la temperatura mínima en Villacurí, Ica es de 12°C.

De acuerdo a Rubatzki y Yamaguchi (1997), el rango de temperatura óptima es de 18 a 30°C, por lo que, al tener hibridaciones en los meses de mayo y junio, se tenían altos porcentaje de abortos de frutos polinizados, disminución en la cantidad de semilla por fruto y una maduración no uniforme que no permitía una cosecha adecuada con el consiguiente resultado de baja calidad germinativa de la semilla.

Por ello, se revisó el rango de temperaturas mínimas y máximas dentro de los meses de septiembre a junio en Villacurí, Ica, observando que los meses donde las temperaturas son ideales para la hibridación son de octubre hasta marzo.

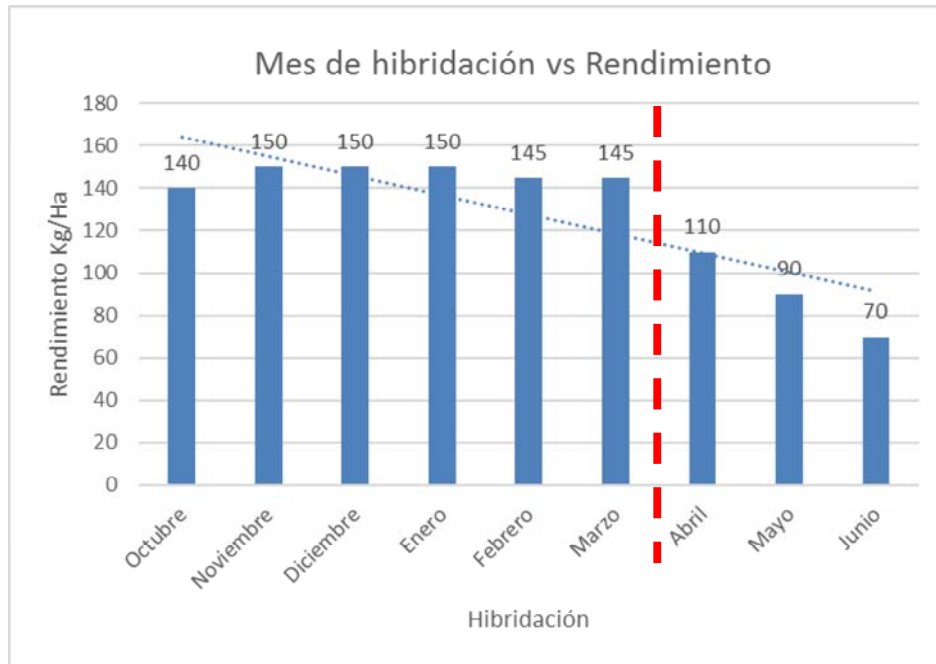


Figura N°49 Meses de hibridación y rendimientos en Kg/ha

Con la nueva información se estableció una óptima ventana de producción que comprende desde el mes de agosto a mayo.

El nivel de beneficio obtenido para la empresa se midió en la confiabilidad de la producción de materiales híbridos tanto en cantidad de kilos de semilla, como en su calidad.

#### 4.2.2. Manejo del cultivo de sandía bajo el sistema de tutorado en parentales hembras.

Alternativa de manejo agronómico para incrementar el rendimiento de la producción de semilla de sandía. En promedio se tiene un rendimiento de 130 Kg/ha, con un manejo agronómico tradicional.

Como mejora se implementó el manejo de tutorado en el parental hembra, permitiendo incrementar el rendimiento en un 70% en comparación al manejo tradicional.

Para lograr este incremento se revisó la densidad actual utilizada, que es de 16666 plantas/ha, teniendo en cuenta, que al guiar las plantas con tutores, pudimos establecer en campo dos líneas de plantas por cama, con ello la densidad aumentó a 33333 plantas/ha (Ver fig. 50, 51y 52).





Figura N°50 Hibridación en sandía vertical



Figura N°51 Crecimiento de fruto



Figura N°52 Maduración de fruto

El objetivo planteado fue incrementar la densidad manteniendo la cantidad y calidad de la semilla por fruto y evitando una competencia entre las plantas para poder realizar un adecuado manejo fitosanitario.

El beneficio obtenido por el centro laboral, quedó demostrado en la utilización de menos área para la producción de una misma cantidad de kilos de semilla mediante el manejo de tutorado de sandía en comparación con el manejo agronómico tradicional.

#### **4.2.3. Estandarización del momento óptimo de la poda.**

Anteriormente, la labor de poda se realizaba aproximadamente a los 35 días después del trasplante, cuando el cultivo cubría por completo el campo (Fig. 53).

Posteriormente, se evaluó que la planta al momento de podarla tardíamente, demoraba entre 7 a 10 días en recuperarse y estaba lista para el siguiente proceso de hibridación.



Figura N°53 Plantas sin podar (35 días después del trasplante)

Adicional a ello, la planta perdía área foliar en exceso, utilizando mayor cantidad de energía para volver a generar área foliar en los tallos determinados para la hibridación.

Por lo que se estableció una poda aproximadamente a los 25 días después del trasplante. La planta se recuperó en 4 días aproximadamente para el siguiente proceso, y no se perdió en exceso área foliar ya generada por la planta (Fig. 54).



Figura N°54 Poda de sandía a 25 días después del trasplante

Como indica Reche (1988), es necesario llevar a cabo esta práctica, pues con ello se consigue mantener la vegetación necesaria para el desarrollo de los frutos eliminando órganos

improductivos. Con ello se consigue un ahorro de alimentos que favorece la fructificación y la producción.

Se menciona que del cuello de la planta parten 3,4,5 e incluso 6 ramas que son las principales portadoras de los frutos, mediante la poda se eliminan desde el principio algunas de estas, dejando como máximo 3 ramas.

Con esta mejora en el proceso de poda, en la empresa se ha incrementado el potencial de rendimiento de semilla en el cultivo de sandía de 120 a 150 Kg/ha.

#### **4.2.4. Mejora en el proceso de hibridación**

Dentro del proceso de hibridación, se tiene establecido que se realiza el tapado de flores óptimas para la hibridación, un día antes de la polinización. Luego, una vez abierta la flor, se realiza la emasculación, para luego proceder a la polinización.

Durante este proceso, se presenta un riesgo de contaminación, si la emasculación se realiza tardíamente, en caso los estambres hayan liberado polen y puedan autopolinizar a la flor.

La autopolinización es un riesgo que hace que la calidad genética del lote de una semilla esté por debajo de los estándares requeridos. Un lote de baja calidad no se puede mejorar y por ello se procede a la eliminación.

Por tal motivo, se ha establecido realizar la emasculación un día antes de la polinización, con la finalidad de asegurar por completo la calidad genética de la semilla y durante el proceso de hibridación. Con ello, la empresa mejora la confiabilidad en un 100% la calidad de los materiales híbridos de sandía.

#### **4.2.5. Determinación del intervalo de temperatura del proceso de polinización en sandías triploides.**

La polinización de las sandías triploides se llevaba a cabo en un rango de temperatura de 20 a 30°C. Como resultado de ello, los rendimientos disminuyeron al obtenerse un bajo número de semillas, en promedio 20.

Se ha revisado durante varias campañas que el número de semillas en sandías triploides tiene mucha variación, pero que en promedio es bajo. Revisando el proceso de hibridación, se observó que durante la polinización, cuando las temperaturas son superiores a 26°C aproximadamente, en

la gran mayoría de parentales hembra aparece una excesiva cantidad de néctar que cubre por completo al estigma, lo cual impide que se realice una adecuada polinización manual (Fig. 55).



Figura N°55 Flor con estigma cubierto con néctar

En la actualidad se ha establecido que la polinización debe realizarse en un rango de temperatura de 18 a 26° C.

El resultado de esta mejora, es el incremento del promedio del número de semillas por fruto, obteniéndose un incremento de 30 a 60 semillas por fruto, lo cual conlleva a un aumento en el rendimiento de 15 a 30 Kg/ha (Fig. 56).

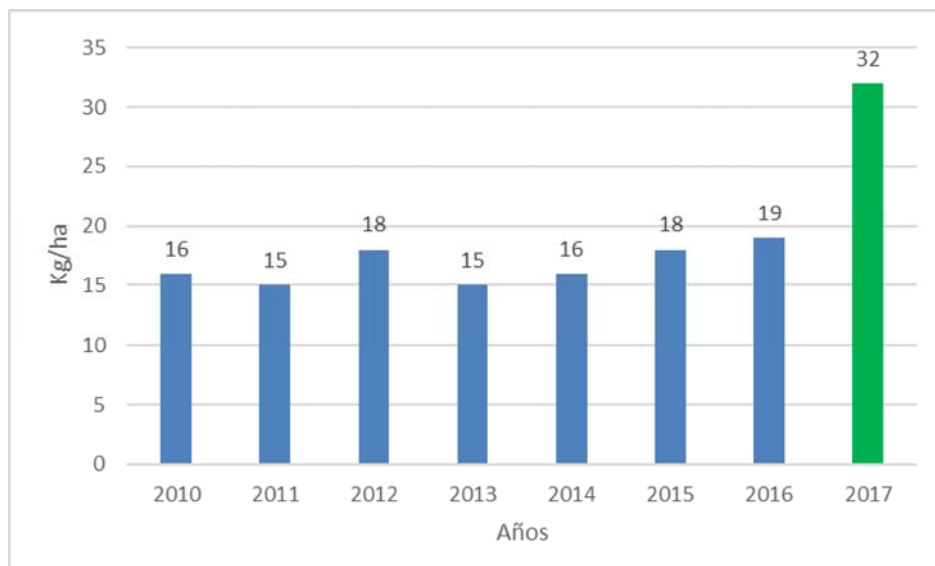


Figura N°56 Rendimiento de sandía triploide

#### **4.2.6 Optimización del manejo del parental macho con tutorado y bajo condiciones de casa malla.**

El manejo del parental macho en el cultivo de sandía se realiza normalmente sobre el suelo, a una densidad de 22222 plantas por hectárea en campo abierto. La exposición a condiciones medioambientales hace que la mayor producción de flores del parental macho dure aproximadamente dos semanas, luego decrece la producción de flores masculinas considerablemente. Por lo tanto, el requerimiento de flores masculinas no es cubierto para la polinización de parentales hembras, llegando a disminuir el promedio de número de frutos por planta y la cantidad de semillas por fruto.

Ante esta situación, se viene realizando la conducción de los parentales machos, guiados con tutores. Esto facilitará la cosecha de flores, dado que se crea un adecuado microclima para la planta.

Adicional a ello, se viene realizando la conducción de los parentales machos más importantes dentro de casas malla con el fin de incrementar el periodo de cosecha de flores, dado que al estar aislado el parental, no hay riesgo de contaminación de polen por parte de insectos (Fig. 57). Además, dentro de la casa malla se incrementa aproximadamente en 2 °C la temperatura con respecto a la conducción en campo abierto. Esta optimización en el manejo permite disponer de suficiente oferta de flores masculinas para la polinización de los parentales hembras, incrementando la confiabilidad en el rendimiento de semilla híbrida para la empresa.



Figura N°57 Parental macho conducido en tutorado y bajo condiciones de casa malla

## V. CONCLUSIONES

- Las condiciones climáticas de Villacurí son las óptimas para producir semilla de sandía entre los meses de agosto a mayo, dado su rango de temperaturas máximas y mínimas que se presenta en la zona, y son las que requiere el cultivo para desarrollar toda su etapa fenológica.
- Es muy importante la labor de poda, ya que es donde se definen las guías que las plantas tendrán durante su proceso productivo. Esta labor realizada en el momento oportuno permitirá tener la uniformidad durante el desarrollo vegetativo, maximizando el potencial de rendimiento.
- La labor de hibridación es el proceso más crítico de la producción de semilla de sandía, ya que es allí donde se define la calidad genética y el rendimiento final del lote de producción. Por ello es importante contar con una buena supervisión y con un adecuado personal capacitado para esta labor.
- Las labores de poda e hibridación demandan un aproximado del 65% de toda la mano de obra requerida para la producción, por lo que es crítico disponer del personal requerido en el momento oportuno.
- La labor de roguing es importante dentro todo el proceso de producción ya que asegura la pureza genética del lote de producción.
- Es importante contar con los equipos necesarios para el proceso de beneficio de la semilla, desde las trilladoras hasta la maquinaria requerida para el adecuado lavado y secado. Así mismo es necesario contar con un almacén temporal que se caracterice por mantener la temperatura controlada para conservar la semilla en buenas condiciones hasta su exportación final.

- Se puede haber realizado un buen manejo productivo en todos los procesos indicados anteriormente, desde la siembra hasta la cosecha y trilla; pero si no se tiene el cuidado durante el proceso de lavado, secado y almacenamiento de la semilla puede resultar en una pérdida de la calidad de la semilla en términos de su germinación y vigor.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Evaluar otras zonas agrícolas potenciales de producción, dado el incremento de producción de semilla de este cultivo, así como su potencial demanda por parte de las empresas que se dedican a este rubro.
- Promover la continua investigación en la producción de semilla de hortalizas, ya que en la actualidad se cuenta con poca referencia técnica que existe bajo las condiciones de nuestro país.
- Incentivar los programas de investigación de la UNALM en conjunto con la empresa privada para desarrollar paquetes tecnológicos que mejoren los rendimientos actuales, revisando todos los procesos de producción: fertilización, podas, guiados, densidades, hibridación, cosecha, etc; con ello los nuevos profesionales contarán con información técnica (teórica y práctica) actualizada que les permitirá cubrir el incremento en la demanda por profesionales en la producción de semillas de hortalizas.



## VII. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

1. APG III. 2009. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot. J. Linn. Soc. 161: 105-121.
2. CABI, 2014. Crop Protection Compendium Global Module. CAB International UK. Disponible en <http://www.cabi.org>
3. Casseres, E. 1980. Producción de hortalizas, Tercera Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 387 pp.
4. Delgado de la Flor, F.; Toledo, J.; Casas, A.; Ugas, R.; Siura, S. 1987. Cultivos hortícolas: Datos básicos. Ediagraria. Universidad Nacional Agraria La Molina. Programa de Investigación en Hortalizas. Perú 105 pp.
5. FAO (Food and Agriculture Organization) Land and Water Division. 2013. Crop information: Watermelon (en línea). Roma, IT. Disponible [http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_watermelon.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_watermelon.html)
6. Gutierrez, A. 2011 Agua, problemática de la región Ica, alternativas de solución. IICA. Ica-Perú. 30p.
7. Hashizume, T., Sato, T. and Hirai, M. 1993. Determination of genetic purity of seed in watermelon (*Citrullus lanatus*) and tomato (*Lycopersicon esculentum*) using random amplified polymorphic DNA (RAPD). Jap. J. Breed. 43:367-375.
8. Maroto, J.; Gómez A. y Pomares F. 2002. El Cultivo de la Sandía. Ediciones Mundi-Prensa y Caja Rural Valencia España. 320pp.

9. Monardes, H. 2009. Requerimientos de clima y suelo. Manual del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo L.*). Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile. 51pp.
10. Parson D. 1992. Manuales para la educación agropecuaria. Cucurbitáceas. Ed Trillas. Mexico. 54pp.
11. Reche, M. J. 1988. La sandia. Tercera edición. Ediciones Mundi-Prensa. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Mallorca, España. 227pp.
12. Rubatzki, V.E. y Yamaguchi, M. 1997. World vegetables. International Thompson Publishing. USA. 843 pp.
13. Robinson y Decker – Walter 1997 Cucurbits crop production. Science in Horticulture, num 6. CAB International. 226 pp.
14. Schweers, V.H.; Sims, W.L. 1976. Watermelon production. University of California. Leaflet 2672. Div. Agric. Sci. Univ. of California, Berkeley. 124pp.
15. Shimotsuna M. 1963. Cytogenetic and evolutionary studies in the genus *Citrullus*. Seiken Zihô15: 24–34
16. Ugas, R.; Siura, S.; Delgado De La Flor, F.; Casas A.; Toledo, J.; 2000. Hortalizas: Datos Básicos. Edigraria. UNALM. Programa de Investigación en Hortalizas. Perú. 93 pp.
17. Valadez, L. 1994. Producción de hortalizas. Editorial Limusa S.A. C.V. Edición, Mexico. 298 pp.
18. Wehner TC and Maynar DN 2003. Cucumbers, melons and other cucurbits. In: S.H. Katz (Ed.) Encyclopedia of Food and Culture. Scribner & Sons. New York p. 2014.
19. Zohary, D. and Hopf, M 2000. Domestication of plants in the Old World 3rd edition. Oxford University Press. 193 pp.