

# CULTIVO DE SANDIA

Experiencias prácticas para  
un manejo integrado del  
cultivo

compAs  
Grupo de capacitación e investigación pedagógica

Alberto Garcés Candell  
Daniel Mancero-Castillo



Cultivo de sandia  
Experiencia prácticas para un manejo  
integrado del cultivo

Cultivo de sandia  
Experiencia prácticas para un manejo  
integrado del cultivo

Alberto Garcés Candell  
Daniel Mancero-Castillo

Cultivo de sandía  
Experiencia prácticas para un manejo  
integrado del cultivo

© Alberto Garcés Candell  
Daniel Mancero-Castillo  
Universidad Agraria del Ecuador

2021,  
Publicado por acuerdo con los autores.  
© 2021, Editorial Grupo Compás  
Guayaquil-Ecuador

Grupo Compás apoya la protección del copyright, cada uno de sus textos han sido sometido a un proceso de evaluación por pares externos con base en la normativa del editorial.

El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

ISBN: 978-9942-33-478-7

Cita.

Garcés, A., Mancero-Castillo, D. (2021) Cultivo de sandía. Experiencia prácticas para un manejo integrado del cultivo Editorial Grupo Compás.

## **Prefacio**

La importancia de los sectores alimentario y agrícola para eliminar el hambre son indiscutibles. Según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, por sus siglas en inglés), 815 millones de personas sufren subalimentación crónica; es decir, una de cada nueve (FAO, 2017).

La alimentación es un derecho humano, legal y claramente definido, que origina obligaciones a los gobiernos para que reduzcan tanto la desnutrición crónica, como la malnutrición. Los alimentos no responden únicamente a las necesidades materiales: también tienen un valor espiritual y trascendental. La seguridad alimentaria para todos es un imperativo moral fundamental. La igualdad de dignidad de toda persona implica igualdad en el derecho a la alimentación para todos. El derecho a la alimentación responde a una motivación ética.

Quienes habitamos la tierra compartimos la enorme responsabilidad de asegurar que un futuro mejor se alcance a través de la agricultura sostenible, una forma de cultivar que resguarda la salud de la tierra y de la gente a largo plazo, produciendo alimentos nutritivos que son una necesidad para el cultivo al tiempo que conserva los recursos naturales como el agua, los suelos y las semillas, sin los que la agricultura sería imposible.

En ese sentido, varias son las iniciativas que promueven una agricultura que no hipoteque el futuro de las próximas generaciones. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la Organización de las Naciones Unidas -la agenda mundial frente a desafíos apremiantes para la humanidad como la pobreza y el hambre- persiguen metas claras, como duplicar la productividad agrícola de pequeños productores en el marco de la sostenibilidad de los sistemas de producción alimentaria, sustentados por prácticas agrícolas resilientes que fortalezcan su capacidad de adaptarse al cambio climático, una realidad inminente con impactos impredecibles sobre la agricultura.

Las hortalizas son clave para garantizar una mejor alimentación: sus hojas, frutos, raíces, tallos y flores son consumidos para satisfacer las necesidades de nuestro organismo y su alto contenido de nutrientes eleva la calidad de vida de las personas. Representan también la democratización de la alimentación y el desarrollo de la agricultura como motor productivo, capaz de integrar a miles de personas a la fuerza laboral. Es también la punta de lanza para el rescate del campesino ecuatoriano donde la población ecuatoriana en su gran parte es rural, pero no produce la tierra.

Ante la necesidad de una orientación científica-técnica para que la tierra brinde sus riquezas escondidas y que estas lleguen a muchos –al contrario de unos pocos afortunados–

hacemos entrega de este libro, un esfuerzo que recoge los conocimientos y experiencias de: Alberto Garcés Candell, con experiencia de 30 años en la empresa privada, y docencia desde 2010, en la Universidad Agraria del Ecuador. Daniel Mancero-Castillo con experiencia internacional en investigación de frutales de 10 años. Gran parte de lo que se presenta en esta obra es producto de las clases prácticas realizadas con estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica en los centros experimentales de la Universidad Agraria del Ecuador.

Este libro se ofrece, de manera muy especial, a los hombres y mujeres que trabajan en los campos de la costa, sierra y oriente, quienes se levantan al aparecer la aurora y se acuestan cuando el sol ha dejado de enviar su luz y calor. Muchas veces, los campesinos culminan su jornada sin haber cumplido sus anhelos y con más preguntas que respuestas. Con esta obra queremos reconocer y valorar su incansable labor.

Suponemos que este trabajo no cubre íntegramente el conjunto de necesidades presentes en la producción de sandía, pero de seguro se convertirá en un medio de consulta y un catalizador del entusiasmo y la curiosidad de investigadores y educandos.

***Alberto Garcés Candell***

***Daniel Mancero Castillo***

## Índice

Prefacio .....	1
Índice .....	4
Centro Experimental El Misionero UAE .....	7
Sección I: Agricultura.....	9
Introducción .....	9
¿Qué es una hortaliza? .....	10
Importancia alimenticia de las hortalizas.....	11
Composición nutritiva de las hortalizas.....	12
Compuestos de las hortalizas .....	13
Importancia socioeconómica de las hortalizas .....	14
Clasificación de las hortalizas .....	15
Sección II .....	18
Sandía .....	18
Origen .....	18
Propiedades de la sandía.....	21
Genética de la sandía.....	23
Taxonomía y morfología .....	24
Factores ambientales y climatológicos .....	29
Radiación y luminosidad.....	29
Suelo .....	30
Viento.....	31
Siembra.....	31
Preparación del terreno.....	32
Suelo utilizado para el cultivo de sandía.....	34
Tipos de siembra .....	34
Desinfección de bandejas .....	39
Llenado y marcado de las bandejas .....	39
. Distancia de siembra .....	41
Trasplante.....	42

Uso de las bandejas germinadoras: Labores culturales durante el crecimiento del cultivo.....	44
Plantación y acolchado.....	45
Tunelillos.....	46
Poda.....	47
Experiencia del autor.....	48
Riego.....	49
Experiencia del autor.....	50
Experiencia del autor.....	53
Fertiirrigación.....	54
Experiencia del autor.....	57
Plagas y enfermedades.....	60
Principales plagas.....	60
Afidos o pulgones.....	62
Métodos preventivos y técnicas culturales.....	64
Métodos preventivos y técnicas culturales.....	66
Experiencia del autor.....	67
Mildiu vellosa.....	82
Virosis Sandía.....	85
Polinización.....	85
Recolección.....	87
Cosecha.....	88
Cosecha de la sandía.....	88
Calidad interna de las frutas.....	89
Corte de sandía.....	90
Momento para cosechar.....	91
Postcosecha.....	93
Información sobre el cultivo en el Ecuador.....	98
Variedades producidas en el Ecuador.....	98
Zonas de siembra en el Ecuador.....	98

Estudio de caso .....	99
Previo a la colocación de los plásticos.....	100
La humedad necesaria.....	100
Nematodos: el problema diminuto .....	102
El desafío: la eterna búsqueda de alternativas ecológicas .....	104
Trabajos experimentales en sandia.....	106
Los resultados.....	107
Efecto de injertos en el cultivo de sandia.....	109
Glosario.....	110
Referencias .....	123

### **Centro Experimental El Misionero UAE**

El Centro Experimental El Misionero, es una unidad ubicada en la vía a Naranjito -en las inmediaciones de Milagro- destinada a las clases prácticas de la cátedra de Ingeniería Agronómica (Figura 1). Fue inaugurada el 29 de diciembre de 1995. Desde esa fecha ha sido pieza clave en la formación técnica de los estudiantes, quienes realizan en el lugar prácticas de diferentes asignaturas, como Cultivos Hortícolas y Fruticultura.

La función de El Misionero no es solo proveer espacio para el aprendizaje en campo de los estudiantes; durante más de una década ha sido un punto de encuentro para la comunidad académica y agricultores al ser la sede de eventos insignia de la Universidad Agraria del Ecuador, como la Feria Hortofrutícola, que se realiza cada año, días de campo demostrativos en los que se congregan asociaciones de agricultores de distintos cantones de la provincia del Guayas y estudiantes de colegios agropecuarios de Milagro y otras zonas cercanas.



**Figura 1:** Producción de sandía A) Ing. Alberto Garces Msc. B) Instalaciones externas del Centro Experimental El Misionero de la Universidad Agraria del Ecuador C) Dr. Daniel Mancero Castillo y estudiantes maestria.

El Misionero tiene una extensión de 4 ha para cultivos hortícolas y árboles frutales establecidos como mango, carambola, guayaba, guanábana, limón, naranja, mandarina, aguacate, pitahaya, maracuyá, papaya, arazá, achotillo, achiote, plátano.

## **Sección I: Agricultura**

### **Introducción**

La concepción filosófica de los autores de esta obra no circunscribe la importancia de las hortalizas exclusivamente al mundo agrícola, por ello se comparte una visión amplia de su incidencia en otras disciplinas y actividades, tomando al ser humano como punto de partida, centro y final del acto productivo y de la acción consumidora en sus diferentes facetas.

La agricultura, tan antigua como la humanidad misma, comenzó hace 12 000 años a partir de la necesidad de conseguir alimentos fácilmente. Tiene su origen en zonas subtropicales de Asia, África y América. Egipto, la antigua Mesopotamia, China y México son claros ejemplos de que el esplendor cultural, social y económico de sus grupos humanos se debió en gran medida a su éxito en la domesticación, producción y comercialización de alimentos (Robledo, 2009).

En Ecuador, la horticultura ha crecido paulatinamente a partir de la década de 1990, debido a que los hábitos alimenticios de la población han cambiado positivamente hacia un mayor consumo de hortalizas en su dieta diaria y a las exportaciones de algunas especies como el brócoli (*Brassica oleracea var. itálica*), el espárrago (*Asparagus officinalis*) y el palmito (*Batris gasipaes*)

Para los agricultores medianos y pequeños, el cultivar hortalizas es una alternativa por su gran cantidad de productos distintos, lo cual permite una mayor seguridad en la comercialización para aprovechar los diferentes nichos de mercado en forma paralela.

Por sus condiciones edáficas, climáticas y sociales, la horticultura se concentra en la región sierra ecuatoriana. Las técnicas y sistemas de producción aplicadas a la pequeña agricultura tienen una tipología de carácter doméstico: son cultivos que se producen en la huerta, por la utilización de mano de obra familiar, son en parte para autoconsumo y sus producciones remanentes permiten acceder a los mercados locales.

### **¿Qué es una hortaliza?**

La palabra “horticultura” significa “cultivos de huertas” y proviene etimológicamente de las voces latinas hortus - jardín, huerta, planta- y cultura (cultivo).

Tamaro (1981), en su Manual de Horticultura, afirma que la hortaliza es cualquier planta herbácea de la cual una o más partes pueden ser utilizadas como alimento del hombre en su forma natural, es decir, sin sufrir ninguna transformación industrial.

Las hortalizas son un conjunto de plantas cultivadas generalmente en huertas o regadíos que se consumen como alimento, ya sea sin cocer o preparadas culinariamente. Son parte muy importante de la dieta.

Casi todas las hortalizas son ricas en caroteno y vitamina C, y contienen importantes cantidades de calcio, hierro y otros minerales. Su contenido de vitaminas B generalmente es pequeño. Por lo general, suministran sólo un poco de energía y muy poca proteína. Una gran proporción de su contenido consiste en residuo no digerible, que agrega volumen o fibra a las heces. Su nivel de calorías es bajo mientras que son ricas en fibra, vitaminas y minerales. Cuando se consumen frescas, es conveniente ajustar su consumo a temporada para aprovechar todos sus micronutrientes.

### **Importancia alimenticia de las hortalizas**

Para vivir, todos debemos comer. Para vivir más, debemos alimentarnos mejor. La mejor alimentación depende del gran coeficiente de hortalizas en nuestra diaria alimentación. Esto cuando gozamos de buena salud. Mas, las dietas en caso de los enfermos, se hace a base de hortalizas, en diferentes formas y variedad.

Las hortalizas tienen un aroma y un color característicos diferentes según la variedad y su composición química. Todas ellas tienen en común su elevado aporte de agua, que se sitúa en torno al 75-95% del peso total. Por este motivo, contribuyen a hidratar al organismo y a eliminar con más facilidad sustancias tóxicas, por lo que poseen una acción depurativa. Debido a su bajo aporte de hidratos de carbono (del 1% al 8%) y aún menor de proteínas (1-5%) y de grasas

(0,1-0,3%), su aporte calórico es de entre 20 y 40 calorías por cada 100 gramos. Lo más destacable de estos alimentos es su riqueza en micronutrientes (vitaminas, minerales), así como en fibra y sustancias antioxidantes que se sabe ayudan en la reducción del riesgo de múltiples enfermedades (Riobo, 2002).

Las hortalizas contienen vitaminas, minerales, fibra y azúcares, son ricas en magnesio. La mayoría contienen potasio y sodio, beta caroteno, vitaminas C, y del grupo B, además de calcio, hierro y zinc. Ayudan a mantener la integridad de los tejidos, proteger el proceso visual, mantener la piel saludable, combatir infecciones y favorecer las funciones intestinales (Camara *et al.*, 2008).

### **Composición nutritiva de las hortalizas**

Riobo (2002) informó que las composiciones químicas de las hortalizas se modifican significativamente según el tipo y su origen, el contenido de agua va en unos parámetros entre el 90-80 %, y del 10-20 % es de materia seca.

Sus elementos se distribuyen, hidratos de carbono de 3-20%, 1-5% de compuestos nitrogenados, 0.6 a 2.5% de fibra bruta, 0.5 a 1.5% de minerales y 0.1 a 0.9% de lípidos. El contenido de vitaminas varía mucho de un tipo a otro.

En cantidades menores existen otros agregados químicos, como son ácidos orgánicos, compuestos fenólicos, sustancias aromáticas y pigmentos, entre otros.

### **Compuestos de las hortalizas**

**Hidratos de carbonos:** Están constituidas por residuos secos, varían entre el 3 y 9%, a excepción de los tubérculos y raíces que pueden llegar hasta el 30%. Además, contamos azúcares simples, como glucosa, fructuosa y sacarosa.

**Minerales:** Dentro de los minerales tenemos el potasio, seguidos por el calcio, sodio y magnesio

**Vitaminas:** Su valor nutritivo esencial derivan de su contenido de micronutrientes (vitaminas y minerales), y los hidratos de carbono complejos difíciles de digerir (fibra de la dieta) son de importancia para la función intestinal (Riobo, 2002).

Cuando hablamos de hortalizas y verduras nos referimos a las plantas comestibles que se cultivan en las huertas (Real Academia Española, 2021), esto es, son plantas herbáceas hortícolas, de las que se utilizan las partes del vegetal que son comestible (Grosch, 1997).

Somogyi (1996) indica que las frutas y hortalizas frescas cubren un elevado porcentaje de los requerimientos diarios de algunas vitaminas y minerales. Así, indican que cubren el 91% de las necesidades de vitamina C; el 48% de los requerimientos de vitamina A, el 27% de los de vitamina B<sub>6</sub>, el 17% de tiamina (vitamina B<sub>1</sub>) y el 15% de niacina; citan entre las frutas que más cantidad de estas vitaminas contienen a los albaricoques, naranjas, plátanos, cuyos contenidos comentaremos más adelante. Con relación a los

elementos minerales, manifiestan que el consumo de estos productos vegetales cubre el 26% de las necesidades diarias de magnesio y el 19% del hierro.

### **Importancia socioeconómica de las hortalizas**

En nuestro medio, el cultivo de las hortalizas incide en los ingresos de las hortalizas y sus dependientes, que son muchos debidos a que el recurso humano es ocupado en las diversas prácticas culturales que se ejecutan desde su preparación hasta su cosecha.

El exceso de mano de obra no se desperdicia, se utiliza en huertos familiares y comerciales. La cónyuge y sus hijos se transforman en productores de menor escala, y lo que producen, ellos mismos consumen o se realiza el trueque, muy común en nuestro medio campesino.

Muchas hortalizas en determinadas épocas del año son de difícil producción en sierra y costa y sus precios son muy ventajosos. Una buena cosecha fortifica la economía personal del hortelano.

Las inversiones no se hacen en gran volumen. Por lo regular tampoco existe la gran operación bancaria que asfixia al agricultor dedicado a esta actividad.

La diversificación de cultivos es de fácil aplicación y conveniente para los intereses del horticultor.

En los países subdesarrollados o en vía de desarrollo, la agricultura es la primera actividad de la cual depende la economía del país.

La principal fuente de empleo es el agro, sólo en el 2014 representó el 25% de la población económicamente activa. Su aportación al producto interno bruto en los últimos once años promedió el 8,5% (Riobo, 2002).

La producción de hortalizas en Ecuador está proyectándose con éxito tanto a los mercados locales como a los grandes mercados internacionales, debido a su reconocida calidad, lo que está motivando que cada vez más agricultores incursionen en este importante renglón productivo.

La relación de importancia está dada, debido a que requiere un espacio relativamente pequeño para dar una mayor producción por hectárea, que cualquier otra clase de cultivo. Su comercialización es sencilla y su normal adquisición está al alcance de todos los presupuestos. No solo de aquel que tiene un gran ingreso mensual sino también del que gana un salario mínimo vital.

### **Clasificación de las hortalizas**

**Hortalizas de raíz comestible:** Zanahoria-Nabo-Remolacha-Rábano

**Hortalizas de hojas comestibles:** Apio-Perejil-Acelga-Espinaca-Col-Lechuga-Cebolla blanca

**Hortalizas de tallos y bulbos comestibles:**

Esparrago-Cebolla colorada-Ajo-Papa

**Hortalizas de flores:** Coliflor-Brócoli-Alcachofa

**Hortalizas de frutos comestibles:** Tomate-Pimiento-

Pepino-Berenjena-Vainita-Haba-Ajíes-Zapallo-Suchinni-

Sandía-Melón (Quinteros, 2008).

**Tabla 1.** *Criterio de clasificación climática en el cultivo de sandía.*

<b>Por Temperatura</b>	<b>Muy frío</b>	<b>Temperatura media anual inferior a 0°C</b>
	Frío	Temperatura media anual entre 0 y 10°C
	Templado	Temperatura media anual entre 10 y 20°C
	Cálido	Temperatura media anual entre 20 y 25°C
	Muy cálido	Temperatura media anual superior a 25°C
<b>Por Precipitación</b>	Desértico	Cantidad anual de precipitación inferior a 250 mm
	Árido	Cantidad anual de precipitación entre 250 y 500 mm
	Moderadam ente lluvioso	Cantidad anual de precipitación entre 500 y 2000 mm
	Excesivame nte lluvioso	Cantidad anual de precipitación superior a 2000 mm

Modificado de clasificación de Castañeda, 2011.

## **Sección II**

### **Sandía**

#### **Origen**

La sandía (*Citrullus lanatus*) (Thunb.) Matsum & Nakai), es una planta herbácea monoica aparentemente originaria de África, en donde hasta la actualidad su crecimiento es silvestre (Giaconi, 1989). La historia de la sandía se remonta a 5000 años en el sur de África, donde prosperó el duro y tolerante antepasado de la sandía. Aunque no conocemos la identidad exacta de esta planta, sabemos que fue apreciada por su capacidad para almacenar agua y fue utilizada por los pueblos indígenas en la región del desierto de Kalahari. A diferencia de la sandía de hoy, tenía una pulpa muy amarga. Se han descubierto semillas y pinturas de sandía en tumbas egipcias de más de 4.000 años. Algunas pinturas de tumbas representan una sandía de forma ovalada. Por lo tanto, la sandía se transformó lentamente de una fuente de agua a un alimento agradable. Desde Egipto, el rastro histórico de la sandía continua en libros de medicina, colecciones de recetas y códigos religiosos. Por ejemplo, en la Biblia 11: 5 se hace referencia a la sandía como uno de los alimentos que los israelitas anhelaban después de salir de Egipto. Además, los manuscritos antiguos de la ley judía registran la sandía como uno de los artículos que se deben diezmar y reservar para distribuir a los sacerdotes y los pobres.

Los griegos y romanos consideraban que la sandía tenía propiedades medicinales. Los notables médicos griegos Hipócrates y Dioscórides elogiaron sus propiedades curativas y lo usaron como diurético y para tratamiento para los niños que sufrieron un golpe de calor. El naturalista romano Plinio el Viejo en su publicación del siglo I, *Historia Natualis* describió la sandía como un alimento refrescante. La sandía se ha cultivado en la India desde el siglo VII y, en el siglo X, había llegado a China. Los moros introdujeron la sandía en la Península Ibérica en el siglo XIII y, desde allí, se extendió por el sur de Europa. En el siglo XVII, la sandía se plantaba ampliamente en toda Europa y se había convertido en un cultivo familiar en las zonas más cálidas del continente. Se cree que los colonos europeos, así como la trata de esclavos de África, introdujeron la sandía en el Nuevo Mundo. En Estados Unidos se encontró cultivos en Florida ya en 1576 y en Massachusetts en 1629. Durante el siglo XX se lograron avances significativos en los Estados Unidos, donde la investigación desarrolló un melón grande, alargado de color verde claro que se conoció como "el melón gris de Charleston". Casi 70 años después, 'Charleston Grey' todavía es una variedad plantada por sus altos rendimientos, resistencia a enfermedades y calidad de mesa. Además, en Japón se logró un avance con la introducción de las sandías sin semillas en la década de 1950.

Actualmente se buscan sandias más pequeñas del tamaño de una "caja de hielo" con resistencia a las enfermedades, dulzor y sabor distinguible. 'Jade Star', 'Mambo', 'Mini-Love', 'Harvest Moon' y 'Cal Sweet' son solo algunos ejemplos de variedades introducidas recientemente, de tamaño pequeño a mediano. Además, ahora tenemos variedades de pulpa amarilla, naranja y blanca para un atractivo de color adicional. A nivel mundial, Asia es el mayor productor de sandías (> 80%), siendo China el principal país productor. Otros continentes, África, Europa y Norteamérica, tienen producciones menores a la indicada. En Ecuador, el cultivo de sandia es considerado de amplia propagación y consumo, las plantaciones se concentran en Manabí, Santa Elena, Guayas, Los Ríos, Galápagos y El Oro algunas de las variedades que se utilizan son "Charleston Gray", "American Sweet", "Quetzali" y en los últimos años variedades como "Royal sweet" "Royal Charleston" y "Esmeralda". Las limitantes de mercados internacionales y manejo de enfermedades han sido una limitante para este cultivo del cual se calcula entre 300 y 600 hectáreas en producción anual en la última década (Cesar, 2020).



**Figura 2:** Resumen histórico del cultivo de sandía

### **Propiedades de la sandía**

La sandía, acertadamente nombrada, tiene un 92 % de agua y fue utilizada y ha sido una fuente importante de agua. En promedio esta fruta cuenta con un altísimo contenido en agua (250 g de sandía equivalen a 220-230 g de agua), lo que la convierte en una fruta excelente para temporadas cálidos del año.

Como alimento funcional, ayuda en la prevención y tratamiento se recomienda para alimentación de pacientes con enfermedades cardiovasculares y cerebro vasculares, así como en el síndrome metabólico. La sandía es uno de los

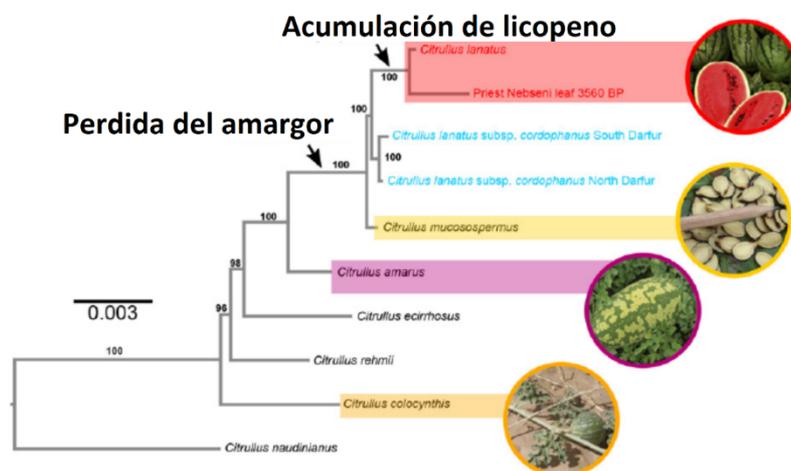
pocos alimentos ricos por naturaleza en el aminoácido citrulina y, aunque en esta fruta se detectan cantidades variables de tal compuesto, se estima un contenido medio de 1,5 mg/g. De este modo, con el consumo de un kilo de sandía, se alcanza el 40% de la ingesta media diaria recomendada para las personas adultas: 3,8 g de arginina (aminoácido que se forma a partir de la citrulina) (Riobo, 2002). Sin embargo, la sandía proporciona una dosis baja de energía (32 calorías/100 g), por lo que puede utilizarse en dosis generosas en cualquier tipo de dieta hipocalórica.

Aporta una cantidad discreta de vitamina C (10 mg/100 g), pero para cubrir el 20% de las necesidades diarias de esta vitamina basta consumir solo 45 calorías, gracias a la abundante agua que contiene esta fruta (el 92% de su peso).

También es una fuente de betacaroteno o provitamina A. Las variedades amarillas contienen una concentración mayor, pero una ración de 200 g de sandía roja (una tajada) aporta 605 mg, que representan el 23% de las necesidades diarias de vitamina A (Riobo, 2002).

El efecto del betacaroteno en este sentido se multiplica al combinarse con el licopeno. En 100 g de sandía hay 4.532 mg de licopeno. También hay que sumar el efecto antiinflamatorio del triterpeno cucurbitacina E.

Contiene también vitaminas E y del grupo B. Cabe destacar su contenido en calcio, modesto pero interesante, y lo mismo se puede decir del hierro. El aporte de magnesio y potasio explica las virtudes de esta fruta para reponer pérdidas de sales minerales. Contiene poca fibra y sus grasas son ínfimas (Cuerpomente, 2012).



**Figura 3:** Evolución del cultivo de sandía y sus principales cambios en las características del fruto. Modificado de Chomicki et al. 2019

### Genética de la sandía

La sandía (*Citrullus lanatus*) es uno de los cultivos frutales más populares en todo el mundo. La sandía ha sido domesticada durante más de 4.000 años y se ha mejorado mediante la domesticación y la cría moderna a partir de sandías silvestres con frutas pequeñas que albergan una pulpa dura, de color pálido y de sabor amargo o suave, a las

modernas sandías dulces que llevan frutas grandes con un dulce crujiente, y carne roja y cáscara fina. La composición genética de la sandía es un organismo diploide con 11 cromosomas en pares ( $2n = 2 \times 11 = 22$ ). Los cromosomas son los componentes básicos que dan características o rasgos a los seres vivos, incluidas las plantas y las sandías. Los agricultores y mejoradores de sandías descubrieron que cruzar una planta diploide (que lleva los dos juegos de cromosomas estándar) con una planta tetraploide (que tiene cuatro juegos de cromosomas) da como resultado una fruta que produce una semilla triploide. En otras palabras, una sandía sin semillas es un híbrido estéril que se crea cruzando el polen masculino de una sandía, que contiene 22 cromosomas por célula, con una flor de sandía femenina con 44 cromosomas por célula. Cuando esta fruta sembrada madura, las pequeñas cubiertas de semillas blancas en el interior contienen 33 cromosomas, lo que la vuelve estéril e incapaz de desarrollar semillas.

El mejoramiento moderno de la sandía dulce se ha centrado principalmente en los rasgos de calidad de la fruta, como el contenido de azúcar, el color de la pulpa y el patrón de la cáscara, lo que da como resultado una base genética estrecha de la sandía dulce

### **Taxonomía y morfología**

La sandía (*Citrullus lanatus*) es un miembro de la familia de plantas Cucurbitaceae. Esta familia última contiene una

serie de hortalizas familiares como pepino, calabaza, calabaza y melón almizclero. El género *Citrullus* contiene siete especies reportadas hasta la actualidad. La única especie viva y morfológicamente más singular, *Citrullus naudinianus*, se encuentra comúnmente en el África subsahariana. *Citrullus ecirrhosus* y *Citrullus rehmi* están adaptadas a un ambiente desértico y son endémicos del sur de África. La forma silvestre de *Citrullus amarus* se puede encontrar en el sur de África, y los tipos cultivados se cultivan en toda la región mediterránea, donde se utilizan como mermelada y forraje para animales y como fuente de agua. *Citrullus colocynthis* se cultiva principalmente por sus propiedades medicinales y aceite de semilla, y se distribuye ampliamente en el norte de África y el suroeste y centro de Asia. *Citrullus mucospermus* se cultiva principalmente para el consumo de semillas y se distribuye en África occidental. Además, *C. colocynthis*, *C. amarus* y *C. mucospermus* se han utilizado en programas de mejoramiento para identificar nuevas fuentes de resistencia a enfermedades y plagas para la mejora de la sandía dulce (Levi et al., 2017). Los miembros de esta familia son monoicos, lo que significa que tienen flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta. La parte comestible de una sandía se conoce como pepo, que es un ovario (fruto) maduro con pulpa acuosa y cáscara dura. Desde el punto de vista del uso, la sandía se consume como fruta, pero todavía se clasifica como verdura.

**Familia:** Cucurbitaceae.

**Nombre científico:** *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai.

### **Morfología**

La sandía es una planta herbácea de crecimiento anual, característica rastrera o trepadora.

**Sistema radicular:** La raíz principal logra profundizar hasta 1 m, las secundarias tienen un crecimiento lateral llegando a alcanzar hasta 2 m.

**Tallos:** El tallo es verde de forma prismática o cilíndrica, trepadora, rastrera, con una longitud de 2.9-4.0 m. y en ocasiones con vellosidades suaves.

**Hoja:** Peciolada, pinnado-partida, fraccionada en 3-5 lóbulos, estos divididos en segmentos redondeados, con profundas entalladuras que no alcanzan al nervio principal.

**Flores:** La sandía principalmente es una planta monoica, es decir, la misma planta provee flores masculinas y femeninas por separado. Dichas flores se forman en la sección inferior de las hojas, en las ramificaciones. Las flores masculinas son las primeras en aparecer, conviviendo ambos sexos, flores unisexuales pero en una misma planta.

Las flores masculinas instalan 8 estambres que constituyen 4 grupos soldados por sus filamentos.

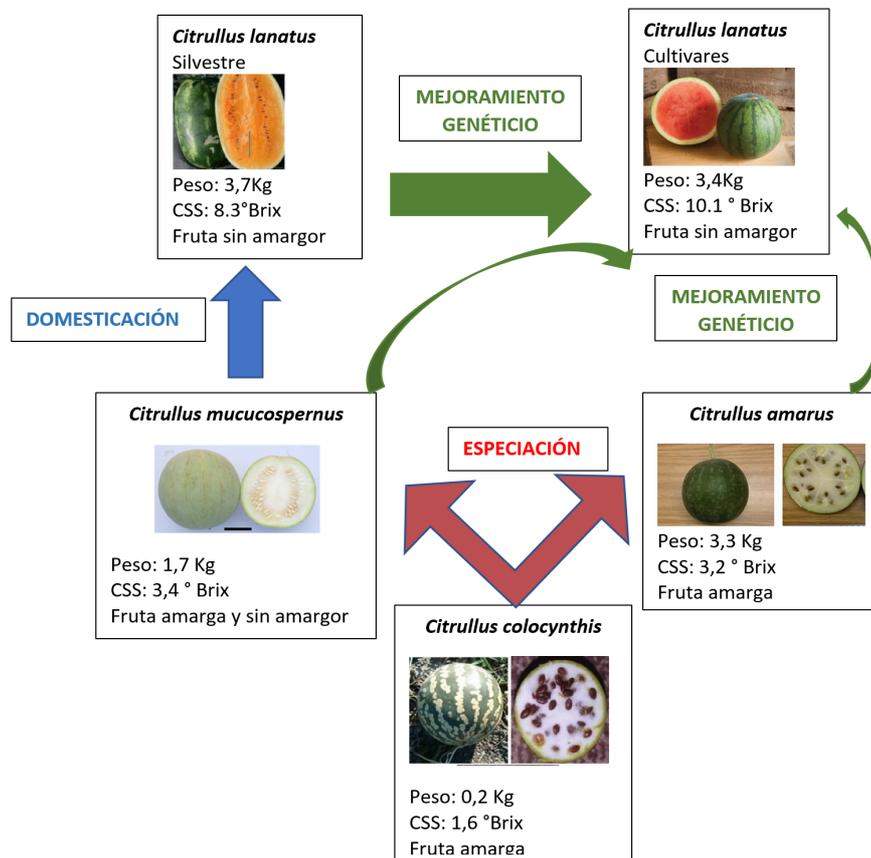
**Fruto:** El fruto tiene forma oblonga o lobular de tamaño y color variable. Su peso oscila entre los 2 a 20 kg, la porción comestible del fruto se constituye por tejido placentario de sabor dulce y color rosado (Casaca, 2005).

**Sandías diploides o con semillas:** son las variedades comunes, de cultivo tradicional, originan semillas de coloración oscura (negro o marrón) y consistencia leñosa.

**Sandías triploides o sin semillas:** son el resultado de cruzar una sandía normal (diploide) con una que ha duplicado su número de cromosomas para formar una cepa tetraploide con cuatro juegos de cromosomas. Cuando un tetraploide (cuatro conjuntos) se cruza con un diploide (dos conjuntos), el resultado es un triploide con tres conjuntos de cromosomas. Los triploides son muy estériles y rara vez forman gametos viables. Por lo tanto, aunque se producen a partir de una semilla, las sandías triploides no tienen semillas. Dado que la polinización es necesaria para el agrandamiento del melón, se debe intercalar una variedad polinizadora con variedades sin semillas para asegurar el fraguado del melón.

De acuerdo a la forma de sus frutos encontramos:

1. **Frutos alargados:** de corteza verde con bandas de color más claro. Destacan los tipos Jumbo y Royal Charleston.
2. **Frutos redondos:** de corteza de color verde oscuro o negro, Quetzali, son los ejemplares más cultivados, aunque están siendo desplazadas por las variedades sin semillas.



**Figura 4:** Modelo de posible evolución del cultivo de sandía desde sus principales ancestros basado en el análisis genético de Guo et al. (2019).

### **Factores ambientales y climatológicos**

En este apartado se describirán los factores ambientales tales como la radiación y luminosidad a lo largo del día, suelo y viento, también desde la perspectiva del autor.

Escribir introducción en esta parte para dar relación a la Tabla.

**Tabla 2.** *Etapas fenológicas de la sandía.*

ETAPA FENOLOGICA		DIAS DESDE LA SIEMBRA
Germinación		5 – 6
	Emisión de guías	18 – 23
Inicio	Floración	25 – 28
Plena	Floración	35 – 40
Inicio	Cosecha	71 – 80
Término	Cosecha	92 - 100
		<b>TEMPERATURA °C</b>
Detiene su crecimiento a		11 - 13
Germinación		15 - 25
Floración		18 - 20
Desarrollo		23 - 30
Maduración del fruto de		23 - 30

Castañeda, 2011.

### **Radiación y luminosidad**

La sandía es considerada una planta tipo C<sub>3</sub>, la edad del cultivo y la intensidad lumínica modifican la fotosíntesis

neta. El sistema de producción, el uso de cubiertas plásticas, puede modificar la eficiencia de utilización de la radiación solar. La intensidad lumínica tiene una alta influencia sobre la madurez de los frutos, sobre todo en el grado de dulzor que logran (INIA-INDAP, 2017).

El Misionero posee una temperatura media anual de 24°C, una precipitación anual de 1205 mm y una humedad relativa de 83 %, condiciones climáticas recomendables para poder desarrollar cultivos hortícolas, entre ellas la sandía.

### **Suelo**

La planta de sandía crece en suelos neutrales o algo alcalinos, sensible a suelos salinos, por lo que su cultivo es eficiente en suelos que registren menos de 2 mmhos/cm. En suelos franco arcillosos, de buen drenaje, poca agua, productivos, con alto contenido de materia orgánica y pH entre 5,5 a 7,5, prospera el cultivo (INIA-INDAP, 2017)

El suelo del Centro Experimental con pH de 6.7 es potencialmente neutro, de materia orgánica baja y textura franco-arenoso, la superficie de siembra destinada para el área de hortalizas es de 1,56 Has (Figura 3). Esta textura del suelo es adecuada para la siembra de cucurbitáceas y otras especies de hortalizas. Análisis realizados en el INIAP (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias) de materia orgánica, arrojan interpretaciones como suelo bajos, con rangos entre 1,3 % a 1,9 % de los diferentes lotes, estos fueron corregidos y elevados de 3,0 % a 4,0 % de

materia orgánica, cuando se hicieron incorporaciones de “abono orgánico fermentado” o Bocashi, abono que eran preparados por los estudiantes (Figura 3).



**Figura 5:** Preparación del suelo para cubierta de las camas de sandía.

### **Viento**

Abarca (2017) indica que “los vientos fuertes perjudican a la planta, provocando la reducción de las producciones, así mismo si los vientos son secos y calientes, provocan la abscisión de las flores afectando a la producción” (p. 24).

### **Siembra**

¿Cuándo sembrar sandía?

Esta planta llega a crecer mejor bajo clima cálido, con temperaturas de entre 20 y 34 °C también se puede cultivar en invernaderos en caso de tener climas más fríos.

Algo relevante en lo que se refiere a cómo sembrar sandía es que esta fruta puede ser más deliciosa cuando se cultiva en condiciones de baja humedad en el aire.

Se aconseja sembrar una vez haya finalizado el periodo de lluvias, que regularmente termina al final del mes de abril. A mediados de abril se debe sembrar la semilla en las bandejas germinadoras de 128 cavidades, así para cuando se prepare el suelo, las matitas de sandías estén listas para ser trasplantadas, de esta manera se gana tiempo para la cosecha y también para el mercado logrando salir temprano con la fruta.

### **Preparación del terreno**

Una buena preparación del terreno es el resultado de diversas operaciones de campo realizadas con equipo agrícola o implementos para ello. Dicha actividad redundará en una adecuada condición de la zona de arraigamiento de las plantas, que permitirá mejorar la capacidad de retención y almacenamiento de agua y oxígeno en el suelo.

Para una preparación adecuada del terreno se requiere de los siguientes pasos: 1. Acrecentar la capacidad de retención de agua del suelo; 2. Aprovechar los nutrientes a través de la raíz; 3. Raíces mejor desarrolladas, tanto en profundidad y lateral; 4. Incrementar la penetración del agua de lluvia en el suelo; 5. Disminuir el desgaste del suelo, intentando minimizar la escorrentía superficial y la velocidad de las aguas vertientes; 6. Controlar malezas que perjudiquen al

cultivo; 7. Controlar insectos y varios organismos del suelo que afecten el mismo; 8. Agregar al cultivo ciertos fertilizantes, plaguicidas y enmiendas necesarias para crear condiciones favorables (Martinez, 2015).

Para suelos franco arenosos, se sugiere trabajar con un tractor y un romprow pesado de 20 discos y realizar tres pases cruzados, con la condición de que el último pase se lo debe realizar en dirección donde se colocarán los surcos, para facilitar la labor de surcado (Figura 4). Para otro tipo de suelos como los arcillosos, es necesario, trabajar con un arado y al menos unos tres a cuatro pases de rastra, para dejar el suelo bien suelto, una buena preparación de suelo ayuda mucho para las otras actividades o labores que se realiza al cultivo, mejor drenaje, evitar la erosión, mantener la materia orgánica, y la actividad biológica, menos presencia de malezas.



**Figura 6:** Preparación del terreno con arado, roto cultor y formación de camas para el cultivo de sandía

### **Suelo utilizado para el cultivo de sandía**

El suelo debe estar bien drenado, ligero, fértil, con buena disponibilidad de nitrógeno, rico en materia orgánica y con un pH de entre 6 y 6,8. Los suelos arenosos son los más adecuados. Un paso importante acerca de cómo sembrar sandía es evitar suelos húmedos y demasiado salinos (Gázquez, 2014).

### **Tipos de siembra**

La época de siembra dependerá del mercado, de las condiciones climáticas de cada país y de los recursos naturales y económicos con los que se cuente para el cultivo. En tiempos anteriores, la siembra directa era la práctica más común para empezar este cultivo. Esta práctica ha sido base para iniciar el trasplante, ya sea desde semilleros, en un inicio a raíz desnuda, y trasplante de pilones. Hoy existen empresas apoderadas en el desarrollo de plántulas para el trasplante; esto ayuda a que se tenga mejor uso del material que se emplea en el campo y a la vez, menos pérdidas de plantas.

En España se reporta la práctica de injertos para aumentar los rendimientos de este cultivo y, en alguna medida, reducir el uso de productos como bromuro de metilo (Infoagro, 2010).

Por experiencia, la siembra recomendada es la de trasplante, usando las bandejas germinadoras o también llamadas bandejas speedling, entre sus ventajas están ahorro de tiempo, calidad de plantas homogéneas,

seguridad de cuidados en primeros estados, mayor control sobre situaciones favorables/desfavorables, buena tolerancia al movimiento de la raíz, por valor de la semilla F1. En este caso puntual, el trasplante se recomienda realizarlo en horas tempranas de la mañana o al atardecer. Para la siembra directa se colocarán entre 2 a 3 semillas en cada hoyo, con separación mínima de 2 cm. Luego se realizará el aclareo de plantas en dos ocasiones, 15 días al inicio y 7 días después de la siembra. Para el primer aclareo, las plantas pequeñas se arrancarán de un tirón, pero en el segundo aclareo es mejor cortar la planta que se desea extraer, si pretende halar la planta es muy probable que el sistema radicular de las plantas aledañas se perjudique. Al sembrar, hay que considerar dos factores importantes, la pendiente y la dirección del viento. Antes de iniciar la siembra, la semilla debe ser protegida con un protector con el propósito de disminuir pérdidas en la germinación. Antes de la siembra directa es recomendable, hacer un riego y esperar que drene el exceso de agua. Luego continuar con la siembra a chuzo con distancia de 2 x 2 m y 4 x 1m (2 semilla/golpe), con poblaciones que oscilan de 3125 a 4166 plantas por hectárea. Después de la siembra, entre 10-12 días se realizará el raleo de plantas, seleccionando a las más vigorosas y sanas (Regaber, 2020). La apertura del hoyo debe ser mayor al piloncillo con el plantón a sembrar. Una vez sembrada la semilla bajo

cualquier sistema se debe aplicar un insecticida-nematicidas (INIFAP, 2015).

Una semana antes del trasplante, ya con el sistema de riego por goteo instalado, limpio y probado, se recomienda hacer un riego profundo de saturación, unos 10 días del trasplante, para inducir la emergencia de las malezas. Un día antes del trasplante, aplicamos el herbicida sistémico glifosato a una dosis de 175 a 200cc por bombada, utilizando una boquilla de abanico de 1,50 m de cobertura, cubriendo toda la cama, con esto se logra mantener el suelo libre de maleza, hasta poder cubrirlo con una cobertura o mulch, que puede ser, panca de arroz, tamo de arroz, o plástico (Figura 5).



**Figura 7:** Panca de arroz sobre el cultivo de sandía

### **Semilleros**

El cultivo en semilleros se efectúa generalmente en bandejas de material plástico o polietileno. Como sustrato se puede utilizar la turba, la vermiculita (Figura 6), la tierra

con estiércol y polietileno no expandido. Los semilleros son preferibles cubrirlos, puesto que, así se mantienen temperaturas óptimas entre 18 y 30 ° C para la germinación adecuada de la planta (INIA, 2007).



**Figura 8:** Turba de sphagnum componente de sustratos hortícola.

### **Ventajas**

1. **Aislación térmica:** Permite que las plantas estén protegidas de los cambios de temperatura y facilita que las semillas cumplan su primera etapa de desarrollo en óptimas condiciones, la raíz no sufre ningún desprendimiento ni maltrato al trasplantarla.
2. **Siembra:** Brinda un mayor rendimiento, uniformidad, madurez temprana del cultivo y trasplante libre de enfermedades. En caso de utilizar variedades híbridas de alto valor es aconsejable

utilizar las bandejas, aplicando una sola semilla en cada alvéolo.

3. **Llenado:** La rigidez de su estructura permite llenar las cavidades con sustrato o turba en forma rápida y simultánea pudiéndose utilizar de manera normal, mecánica o automatizada.
4. **Manejo:** Con un adecuado manejo, las bandejas de germinación mantiene sus características fundamentales después de varios usos, disminuyendo así los costos por unidad de plántula.

Las bandejas de germinación se caracterizan por ser utilizadas en múltiples cultivos, entre los más comunes, a nivel general se destacan las frutíferas como peras, melón, sandía, frambuesas, fresas, guayaba, papaya, granadilla, lulo, maracuyá, etc.

La correcta selección del sistema de germinación a utilizar en el vivero es una de las principales decisiones en la primera etapa de desarrollo de un cultivo. Las bandejas de germinación representan una opción segura y práctica para que los agricultores obtengan plántulas con un incremento considerable de raíces, logrando un mayor fortalecimiento en el suelo.

### **Medios**

Una vez ya establecido el tipo de bandeja a usar, debemos decidir qué medio vamos a utilizar. El estándar de la industria es la turba de Sphangnum con vermiculita o

perlita (Figura 6), con o sin carga de fertilizante, micorriza, *Bacillus subtilis*, entre otros.

Hay muchos tipos para que se acomode a la producción individual. El otro medio son las mezclas locales que pueden ser de hojarasca de bosque latifoliado, aserrín, casulla de arroz.

### **Desinfección de bandejas**

Las bandejas que estamos usando se deben de desinfectar antes de la puesta del medio. El primer paso en la desinfección de las bandejas es el lavado, para que remover la materia orgánica (Lardizabal, 2017). Posteriormente se procede a la desinfección. Los métodos para desinfectar o esterilizar las bandejas incluyen:

- Clorinado (recomendado)
- Vapor (no recomendado)
- Agua hirviendo (no recomendado)

Para la desinfección con cloro el producto más conveniente a usar es el hipoclorito de calcio al 65 % que es el cloro granulado que se usa normalmente para potabilizar agua. Se recomienda usar una concentración de cloro de 200 ppm (equivale a 62 gramos de hipoclorito de calcio al 65 % / barril de 200 litros).

### **Llenado y marcado de las bandejas**

Ya teniendo los dos componentes más importantes de la producción de plántulas - las bandejas y el medio - tenemos que llenar las bandejas con el medio. Al llenar las bandejas con medio y antes de ser marcadas para siembra hay que

sacudir las un poco para que se asiente el medio en la celda para rellenar. Es importante que no nos queden espacios de aire, esto evita que se asiente el medio una vez sembrado. Al llenar hay que marcar las celdas para sembrar (Costa, 2007).

Las celdas se marcan por tres razones: 1. compactar un poco el medio, 2. que la semilla quede centrada en la celda para un desarrollo radicular más distribuido en el medio y que las plantas queden con el espacio necesario para un buen desarrollo y, 3. para que la semilla al taparla quede a la profundidad deseada o ideal del cultivo que estemos sembrando.

Estas razones ayudarán para que exista un mejor contacto de la semilla al medio y, a la hora de sacar las plántulas para que el pilón salga entero y resista el manipuleo que se le dará hasta trasplantarlo en el campo.

En mi experiencia se trabaja con bandejas germinadoras de 128 cavidades, y turba, colocando una semilla por celda (Figura 7). Hay que tapar bien la semilla y dar un buen riego con regadera, procurando no alzar mucho el embudo para que el golpe del agua no revele la semilla, las bandejas deben estar en un sitio donde reciba la luz solar todo el día, separadas y en los 4 primeros días se puede regar en la mañana y al caer la tarde. Después de la germinación, procurar dar un buen riego al atardecer, la semilla a los cuatro días germina y puede trasplantar a los 15 días con una hoja y media verdadera bien desarrolladas.



**Figura 9:** Bandejas germinadoras para cultivo de Sandía.

#### **Distancia de siembra**

Las distancias de siembras más usadas en sandía son los de 2 m x 2 m y 4 m x 1 m. El primero el inconveniente es que se cubre el área muy rápido e incluso a veces antes de que se salgan suficientes flores femeninas, ya que éstas aparecen a partir de la quinta o sexta coyuntura. El segundo sistema de siembra es más oportuno, ya que además accede un mejor beneficio del agua y de los nutrientes, y el descanso de cierta parte del terreno (por la disposición de los ramales porta goteros que se colocan pareados por la línea de cultivo) y un ahorro en la colocación de materiales de semiforzado (Hydroen, 2012).

De acuerdo con experiencias realizadas en sistema de riego, el sistema de riego por goteo ha sido el más utilizado. En el Centro Experimental, este fue diseñado con las salidas de la mangueras o chicotes a una distancia de metro setenta de

distancia entre sí (1,70 m), que no se puede cambiar, pero lo que sí puede variar es la distancia de siembra entre plantas. En el caso de la semilla Royal Charleston, una sandía oblonga, de gran tamaño y con gran peso, es aconsejable sembrar a un metro y medio (1,50 m) entre plantas. Para la sandía Quetzali, sandía redonda, con menos peso que otras variedades, la distancia sugerida entre planta puede ser de un metro (1 m), en el primer caso con la Royal, tenemos una densidad de siembra de 3.922 matas por ha, y con la Quetzali, 5.882 plantas por ha.

### **Trasplante**

El trasplante se lo realiza esperando que las plántulas tengan de 2 a 3 hojas verdaderas bien desarrolladas. Cuando se hace injertación, esta se deberá colocar incluyendo su pilón para que quede en contacto con el suelo. Éste se cubrirá con tierra suelta, evitando así la muestra de raíces por parte de la sandía producida por la humedad que produce el riego. Esto ayuda a impedir presencia de *Fusarium* (Seminis, 2017).

En el Centro Experimental, el trasplante se lo planifica con las plántulas tienen 2 hojas verdaderas, alrededor de los 15 días desde la siembra, antes de llevarlas al campo damos un riego profundo a las bandejas y se las traslada al sitio definitivo (Figura 8). Con la humedad demandada, con un espeque ancho en su punta, procedemos hacer el hueco de siembra más ancho y profundo que el pilón, para colocar al fondo un abono completo que podría ser un 8-20-20 de N,

P y K, también agregar un cebo preparado con polvillo, melaza y metomilo para el control del grillo topo (Figura 9), luego recubrir con tierra el abono y cebo. Posteriormente se extrae el pilón de la bandeja (Figura 10), con un palito que se introduce por el hueco que está debajo de la bandeja, procurando que el pilón salga entero con todo su sistema radicular completo de la matita de sandía. El pilón se lo entierra con la matita hasta el nivel de los dos cotiledones y se ejerce una ligera presión alrededor del cuello de la planta, se recomienda asegurar el trasplante con un riego de prendimiento de la matita.



**Figura 10:** Terreno listo para el trasplante de sandía con sistema de riego por goteo



**Figura 11:** Plaga en el trasplante de sandía Grillo topo (Gryllotalpa gryllotalpa).



**Figura 12:** Semillas y plántula (pilon), de sandia en sustrato para el desarrollo óptimo del material vegetal a propagarse.

### **Uso de las bandejas germinadoras: Labores culturales durante el crecimiento del cultivo**

Para la producción de plántulas, primero decidir qué bandeja se usará. Hay dos categorías de bandejas: corta vida, aquellas que tienden a durar aproximadamente dos años y; larga vida, que pueden durar diez años o más.

Una vez decidido el tipo de bandeja, ahora debe definir qué tamaño de celda usará para el cultivo. La forma de la celda se prefiere piramidal de unos 5 (2") a 6 (2.5") cm de altura, no redonda. La celda redonda no es deseable ya que tiende

a hacer que las raíces se enrollen, lo cual dificulta a la plántula salir del pilón y establecerse en el campo definitivo (Díaz, 2005).

Las bandejas de germinación de semilleros elaboradas en polietileno, están compuestas por un conjunto de cavidades o alveolos especiales para cultivar plantas de distintas especies, durante su primera etapa de desarrollo.

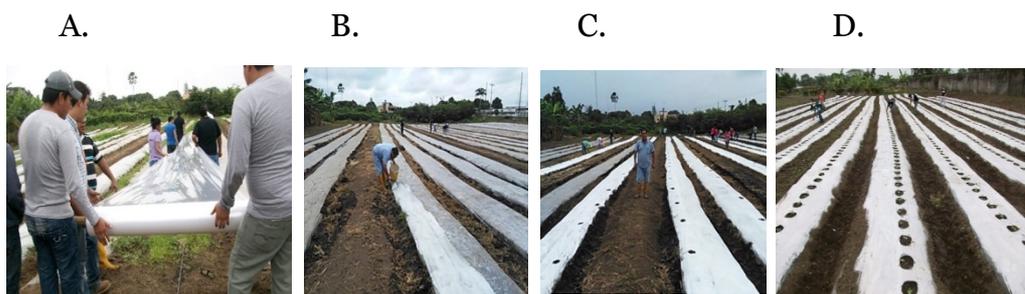
La recomendación es usar bandejas de polietileno con 128 cavidades, y trabajar con turba rubia o negra (Figura 6).

### **Plantación y acolchado**

La sandía injertada originaria del semillero debe colocarse de forma que, el pilón este en contacto con el suelo, tapándola con tierra suelta, para que el injerto quede por encima de la tierra suelta, impidiendo así la emisión de raíces por parte de la sandía, por la humedad que proporciona el riego, ya que de lo contrario podrían presentarse problemas de ataque de *Fusarium*.

El acolchado o mulch, es un proceso donde se cubre el suelo generalmente con una membrana de polietileno negro de unas 200 galgas con objeto de aumentar la temperatura del suelo, reducir la evaporación de agua, imposibilitar la emergencia de malas hierbas, acrecentar la concentración de CO<sub>2</sub> en el suelo, aumentar la calidad del fruto, evitar el contacto directo del fruto con la humedad del suelo. Puede realizarse antes de la plantación o después para evitar quemaduras en el tallo.

Los nematodos generan problemas severos, si estos persisten se recomienda el procedimiento de solarización y, una vez que finaliza este proceso entre 30 a 60 días, es necesario perforar el plástico haciendo los huecos para el trasplante de las matitas de sandía. El plástico transparente pierde la condición hidrotérmica al ser perforado, lo cual permite la multiplicación de las malezas, para evitar este riesgo al plástico transparente, le damos una pigmentación. En el caso del Centro Experimental fue de coloración blanca, obtenida al mezclar cal y blancola (goma), con esta pigmentación se impide que los rayos solares pasen al suelo evitando que germinen las malezas. El plástico pintado se transforma en un Mulch o acolchado generando valor agregado al costo del plástico (Figura 11) y mejorando la calidad de la fruta, así se evita la pudrición de la fruta por el contacto con la humedad.



**Figura 13:** A. Plástico transparente; B. Plástico pintado con cal y goma; C y D, Acolchado.

### **Tunelillos**

En plantaciones tempranas luego del trasplante se procede a la colocación de túneles semiforzado, para incrementar la

temperatura. Para ello se colocan arcos de alambre por cada 1,5 metros aproximadamente, estos se recubren con un film que se sujeta al suelo con la propia arena. El film que mejores resultados está dando es el polímero EVA de 150-200 galga, entre sus beneficios están el proteger de las bajas temperaturas, e impedir el goteo por condensación evitando el riesgo de pudrición. Otros materiales utilizados son las películas de polietileno transparente, con el inconveniente del goteo, y la manta térmica, que aunque incrementa la temperatura en menor medida, mejora las condiciones de ventilación y evita el problema del goteo. Existen otros métodos para incrementar la temperatura en el interior del invernadero tras la plantación como es la colocación de bandas de plástico o de una cubierta flotante de film transparente y perforado.

Esta labor no se implementó en el Centro Experimental debido a las condiciones climáticas, los tunecillos juegan un papel importante en los países de cuatro estaciones o climas fríos. La experiencia personal de los tunecillos (túneles calientes) fue adquirida en Israel sobre siembra de melón en época fría.

### **Poda**

Esta práctica se la efectúa de manera optativo, según el marco elegido, ya que no se han apreciado discrepancias significativas entre la producción de sandías con podas y sin podar, y tiene como propósito intervenir la forma en que se

desarrolla la planta, separando brotes principales para mejorar la brotación y el aumento de los secundarios.

Radica en eliminar el brote principal cuando presenta entre 5 y 6 hojas, dejando desarrollar los 4-5 brotes secundarios que salen de las axilas de las hojas, consintiendo una formación más redondeada a la planta.

#### **Experiencia del autor**

Mi experiencia en el cultivo y manejo de la sandía, en lo referente a la poda, no la recomiendo hacer, primero porque la fruta en esta cucurbitácea sale en la guía principal, y la sandía es una planta rastrera muy agresiva en su desarrollo de su sistema foliar, esto provocaría confusión en los cortes de que guías cortar, y la poda podría acceder el ingreso de alguna enfermedad, esta destreza es confiada hacerla en el cultivo del melón (Figura 12).



**Figura 14:** Cultivo de sandía en el centro experimental en camas con cubierta plástica.

## Riego

La sandía es un cultivo que prefiere suelos de textura media o limo arenosa, profundos y bien drenados. La planta tolera la acidez del suelo, crece bien con suelos de pH comprendido entre 5 y 6,8, aunque funciona bien con suelos ligeramente alcalinos. Es considerada como una hortaliza de tolerancia intermedia a la salinidad (Figura 13).



**Figura 15:** Suelos arcillosos con mulch plástico y riego por gravedad en el cultivo de sandía.

La planta puede cultivarse en seco, pero se consiguen los mejores rendimientos en regadío. En las numerosas experiencias realizadas en el Centro de Experiencias de Cajamar en Paiporta se han conseguido buenos resultados de producción y calidad con dosis de riego comprendidas entre 2000 y 2700 m<sup>3</sup>/ha (Pomares *et al.*, 2007).

Durante las primeras fases del cultivo las necesidades de riego son bajas, la mayor demanda se produce durante la fase de crecimiento de los frutos, en el que es aconsejable,

en sistema de riego por goteo (Fig. 13) frecuencia de riegos diaria.

Previo a la recolección también es recomendable restringir o eliminar los riegos unos días antes de la misma. En esa última fase de crecimiento de los frutos, la sandía es muy sensible a la fluctuación del riego pudiéndose producir agrietamiento o cracking si el manejo no es el adecuado. El sistema de riego tiene una influencia considerable en el rendimiento de la sandía, obteniéndose de forma general mayores rendimientos con el sistema de riego por goteo que con el de inundación (Cajamar, 2016).

El riego debe producirse con el fin de mantener al suelo húmedo durante la etapa de crecimiento de la planta. Después, durante el crecimiento y maduración de los frutos, se debe disminuir la frecuencia de riego, siendo este uno de los secretos acerca de cómo sembrar sandía ya que así facilita una producción más dulce y sabrosa.

### **Experiencia del autor**

La experiencia del manejo de riego adquirida en Israel, y puesta en práctica durante nueve años en el cultivo de melón de exportación en la empresa privada, más los siete años de práctica en El Misionero con los estudiantes de la Universidad Agraria del Ecuador, ha valido para desempeñar de manera óptima la operación del sistema de riego por goteo para los cultivos hortícolas en general.

Vamos a hacer una ilustración paso a paso para su fácil entendimiento. Primero se requiere conocer la textura de suelo donde vamos a trabajar, si tuviéramos un suelo arcilloso, lo conveniente sería regar cada 4 o 5 días, y en el caso de suelos arenosos, francos, podría ser cada 2 o 3 días, porque, el suelo arcilloso retiene más la humedad y por lo tanto los suelos arenosos retienen menos humedad, si sabemos que los vegetales son seres vivos, y por lo tanto responden a estímulos, el riego es un factor significativo para el desarrollo radicular de las plantas, si independiente de la textura del suelo, regamos todos los días, sus raíces no van a crecer porque no tiene que trabajar para ir a buscar el agua, en cambio si hacemos el riego que cada 4 a 5 días en suelo arcillosos y de 2 a 3 días en suelos arenosos, vamos a lograr que haya pérdida de humedad del nivel freático del suelo, y eso provocará que las raíces vayan a buscar el agua a los niveles más abajo, logrando tener un sistema radicular mucho más profundo y fuerte.

La otra parte importante es conocer el sistema de riego, el número de goteros por hectárea y el caudal de cada emisor, para poder calcular cuántos milímetros por hora da el sistema.

Ejemplo:

$$\text{Tasa de riego: } \frac{Q_e \text{ (l/h)}}{d_h \times d_e} = \text{mm/h}$$

$Q_e$  = caudal del emisor

$d_h$  = distancia entre hileras

2,94mm/h

$d_e$  = distancia entre emisores

$E_{t0}$  = 3 mm diario (Milagro)

$$\text{Tasa de riego: } \frac{2 \text{ l x h}}{1,70 \times 0,4 \text{ m}} = \frac{2}{0,68} =$$

$$1,70 \times 0,4 \text{ m} \quad 0,68$$

$$\frac{3 \text{ mm}}{2,94 \text{ mm}} = 1 \text{ hora}$$

Con el ejemplo, si no regamos 4 días, necesitaríamos 4 horas de riego para recuperar la pérdida de evapotranspiración.

Y por último, conociendo la evapotranspiración de la zona con el cultivo, ( $E_{t0}$ ) en nuestro caso calculamos 3 mm diario, y así dedujimos los milímetros diarios que pierde por este factor el cultivo.

Una vez conocidos estos tres componentes, se puede hacer la planificación de riego, cada tres o cinco días, de acuerdo al suelo, para proporcionar la cantidad que pierde por evapotranspiración por el tiempo del caudal de los emisores.

Es necesario dejar asentado que, la frecuencia de riego se lo puede mantener por los tres días, lo que único que va a cambiar es la intensidad de riego, que a medida que nos vamos acercando a la fructificación y llenado de fruto, los riegos van hacer muchos más prolongados y profundos, en la tabla que presento dejo claro la cantidad de riego.

**El riego por goteo.** - también ha ganado popularidad en el cultivo de sandía. Puede utilizarse con o sin acolchado plástico, y una de sus mayores ventajas es la eficiencia en el uso de agua, de nuevo, siempre que se utilice correctamente (fig. 14). En segundo lugar, la presencia de malezas no supone un problema tan acusado, ya que, aunque las hileras son irrigadas, las zonas entre hileras permanecen secas. Algunos estudios indican que este sistema de riego favorece un rendimiento temprano, así como el tamaño del fruto (INIFAP, 2015).



**Figura 16:** Riego por goteo en el cultivo de sandía.

#### **Experiencia del autor**

Definitivamente si queremos ganar dinero y hacer bien las cosas en las siembras de las hortalizas, el sistema de riego más adecuado y eficaz, es del riego por goteo, por sus múltiples ventajas, se habla de poder incrementar la

producción hasta en un 60%, en comparación con el sistema convencional o riego por gravedad o de surcos.

### **Fertiirrigación**

A través de los sistemas de fertiirrigación, se irán contribuyendo a los cultivos en cada momento el agua y los nutrientes necesarios en función del estado fenológico de la planta y del ambiente en el que se encuentra (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, entre otros).

En los cultivos en suelos enarenados, el establecimiento de los ciclos y frecuencias de riego, deberán venir dados fundamentalmente por los siguientes parámetros:

Tensión del agua en el suelo, la cual será determinada mediante la instalación de tensiómetros en el suelo.

- Características del suelo (porcentaje de saturación, capacidad de campo).
- Evapotranspiración del cultivo.
- Eficacia y uniformidad del sistema de riego.
- Calidad del agua de riego (a peor calidad, mayores serán los volúmenes utilizados para desplazar las sales del bulbo de humedad).

Según los estudios realizados en la Estación Experimental de Cajamar Las Palmerillas los consumos medios de agua del cultivo de sandía en el sureste peninsular, teniendo en cuenta las fechas de trasplante, son los siguientes (los datos están expresados en l/m<sup>2</sup> /día):

**Tabla 3.** *Distribución de los fertirriegos.*

Meses	Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio	
Quincenas	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª	1ª	2ª
	0,26	0,44	0,68	1,13	2,28	3,20	3,99	4,24	4,15	4,03	4,88	5,09		
		0,29	0,51	0,75	1,70	2,56	3,99	4,24	4,61	4,54	4,88	5,09		
			0,34	0,75	1,70	2,56	3,99	4,24	4,61	4,54	4,88	5,09		
				0,38	1,14	1,93	3,19	4,24	4,61	5,04	5,48	5,09		
					0,56	1,28	2,39	3,39	4,61	5,04	6,09	5,78	4,86	

El consumo de agua en sandía se modifica grandemente desde los meses de invierno hasta los 6 l.m-2 y día en el mes de junio, con el crecimiento de los frutos, conviniendo reducir el riego y/o aumentar la conductividad eléctrica de la solución nutritiva durante la madurez para evitar el agrietado de los frutos.

Antes de la plantación se debe dar un riego abundante, y posteriormente se dan riegos cortos y normales hasta que la planta esté bien enraizada. Durante el desarrollo de la planta y hasta la floración los riegos son largos y escasos, en floración cortos y diarios, durante el cuajado y desarrollo del fruto son largos y frecuentes y en el período de maduración se van dilatando progresivamente los intervalos de riego y el volumen de agua.

Hoy se utilizan fundamentalmente dos métodos para establecer las necesidades de abonado: en función de las extracciones del cultivo y en base a una solución nutritiva “ideal” a la que se acordarán los aportes previo análisis de agua. Este actual método es el que se emplea en cultivos hidropónicos, y para poder llevarlo a cabo en suelo o en enarenado, demanda la colocación de sondas de succión

para poder fijar la composición de la solución del suelo mediante análisis de macro y micronutrientes, CE y pH. Existen una extensa bibliografía sobre las extracciones de nutrientes en sandía, que consigue utilizar de guía cuando las condiciones en las que se han obtenido los datos son similares a las del cultivo en cuestión. En las situaciones de cultivo de sandía Reche (1994) señala como extracciones (en kg.Ha-1) para una producción de 40-60 t/ha las indicadas en la tabla 4:

**Tabla 4.** *Extracciones de nutrientes en sandía.*

<i>N</i>	<i>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></i>	<i>K<sub>2</sub>O</i>	<i>MgO</i>
150 – 250	150	250 – 450	25 – 30

Los abonos de uso más desarrollado son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato mono potásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo precio y que admiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan apropiadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los medidas requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo.

La contribución de microelementos, que años atrás se había dejado en gran medida, resulta importante para una nutrición apropiada, logrando encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos, cuando es necesario beneficiar su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta. La planta de melón cultivada bajo condiciones deficientes de micronutrientes, no produce ningún melón comestible.

Asimismo se dispone de cuantiosos correctores de carencias tanto de macro como de micronutrientes que pueden emplear vía foliar o en el riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo situaciones ambientales perjudiciales, así como otros productos -ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos- que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de nutrientes por la planta (Cajamar, 2016).

#### **Experiencia del autor**

En los fertirriegos, también quisiera explicar, la metodología empleada con resultados, si vamos a regar con una frecuencia de cada tres días, ese riego va con fertilizantes (Fig. 15), por lo que es necesario dividir los fertilizantes que vamos a emplear en todo el ciclo del cultivo y poder distribuirlos en alrededor de 60 días, en la

tabla 5 que presento se puede entender mejor el riego y los fertirriegos.

La otra novedad que muchas personas no conocen es que a través del sistema de fertirriego podemos hacer aplicaciones de insecticidas, fungicidas, nematicidas, con la única condición que estos sean sistémicos, para que consigan ser adsorbidos por las raíces y se trasladados a toda la planta por los sistemas vasculares.



**Figura 17:** Preparación de mezcla de fertilizante en el cultivo de sandía.

**Tabla 5.** Fertirriego utilizado en 0.2 ha en el área de experimentación.

Horas de riego*	de	Edad de Cultivo (Días)	N Urea(kg)	P Ácido(l)	K Muriato(kg)	Sulf/Mg (kg)	Nit/Ca(kg)	Zn/B (l)
2-4		21	7	2	1	-	-	-
4-5-6-		24	7	2	1	2	-	100/100cc
4-5-6		27	6	1	2	-	-	-
4-5-6		30	-	-	-	-	-	100/100cc
7-6-5		33	6	1	2	-	1	-
7-6-5		36	5	0,5	2	2	-	100/100cc
10-9-8-		39	5	0,5	3	1	0,5	-
10-9-8		42	4	0,5	3	1	0,5	-
12-10-9		45	3	0,5	2	-	-	-
12-10-9		48	1	-	2	-	-	-
12-10-9		51	1	-	2	0,5	0,5	-
12-10-9		54	-	-	1	0,5	0,5	-
12-10-9		57	-	-	0,5	-	-	-
10-9-8		60	-	-	0,5	-	-	-
10-9-8		64	-	-	-	-	-	-
7-6-5		68	-	-	-	-	-	-
7-6-5		72	-	-	-	-	-	-
7-6-5		76	-	-	-	-	-	-
7-6-5		80	-	-	-	-	-	-
<b>7-6-5</b>		<b>80</b>	-	-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>			<b>45</b>	<b>8</b>	<b>22</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>300/300cc</b>

1. Son las alternativas de tiempo (horas) de riego, que se puede aplicar, dependiendo de la heliofanía y temperatura

## **Plagas y enfermedades**

### **Principales plagas**

#### **Experiencias del autor**

La sandía sembrada cerca de siete años en El Misionero en las diferentes prácticas de campo con los estudiantes, fue manejada como proyecto productivo-económico.

El problema de plagas y de enfermedades, son precisos y deseamos en este libro platicar de cada uno de ellos.

Las plagas y enfermedades son factores biológicos que obstruyen con el desarrollo y la producción de los cultivos. En el caso de las cucurbitáceas, existe cierta dependencia entre la incidencia de pulgones, trips, mosca blanca y minador de la hoja (presentes en casi todos los cultivos de esta familia) (Figuras 16, 17 y 18), así como en la de cenicilla polvorienta, mildiú vellosa y antracnosis, lo que facilita en cierta forma su identificación y control.

Sin embargo, la presencia de plagas y enfermedades está afín en mayor medida con la climatología y las experiencias de cultivo. De acuerdo con la zona de producción y la época de cultivo, habrá una mayor incidencia de enfermedades bacterianas, fungosas, virosis o problemas de nematodos.

Con relación a las plagas se ha observado el fenómeno de la resistencia (como en el caso de la mosca blanca y los Trips) ocasionada por el uso excesivo de insecticidas genéricos y por prácticas impropias, como el abandono de cultivos infectados y la falta de rotación de cultivos en áreas muy amplias (Cenida, 2012)

Es necesario decir que el aumento en el empleo de organismos benéficos e insecticidas selectivos ha creado un mejor control de las plagas, pero aún se conserva latente el riesgo de daños masivo.

Para que los controles de plagas y enfermedades, tengan el objetivo deseado, de baja incidencia y no el uso de químicos, se tiene que tener una seriedad y costumbre de inspeccionar el campo todos los días, chequeando el envés de las hojas (mosca blanca y pulgones) y los brotes tiernos (trips), desde los primeros días de trasplantado, hasta cuando comience el llenado de las fruta, una experiencia del autor son las aplicaciones continuas de bioles a los cultivos en % del 5 al 15% por volumen de agua, ejemplo el 5% de biol en un volumen de 20 litros de agua, se agrega 1 litro de biol y los 19 litros de agua, este abono rico en macro y micro elementos ayuda también como repelentes de insectos.

Para las aplicaciones de los agroquímicos, si se planifica una fumigación combinada con diferentes pesticidas, sean estos insecticidas, fungicidas inclusive foliares, recomiendo bajar el pH del agua, con ácido cítrico, o también puede ser con ácido fosfórico, hasta llegar a un nivel de 4, 5 a 5 el pH del agua a utilizar para las aspersiones, con esto logramos una mejor simbiosis de las partículas de los, pesticidas con el agua, no está demás aclarar que los productos deben ser compatibles entre sí.



**Figura 18:** Áfidos/pulgones

### **Afidos o pulgones**

*Aphis gossypii*, acreditado como el pulgón del melón y otros. Se conocen con el nombre de áfidos y se identifican por poseer un cuerpo globoso y blando. A nivel de potrero se comporta como una plaga ocasional. Es una especie cuyas hembras aladas miden entre 1,2 a 2,0 mm de largo, con cabeza y tórax color negro opaco, ojos rojos con abdomen amarillo verdoso (Figura 16). Es una especie soberanamente polífaga. La diseminación ocurre a partir de las hembras aladas que migran desde alguno de sus hospederos en busca de nuevas sustancias para su alimentación.

Una vez colonizado un nuevo hospedero, emprenden a formar crías vivas de forma áptera. Las generaciones aladas se producen cuando deben migrar en búsqueda de nuevos hospederos.

El control biológico está constituido por alrededor de 13 especies de depredadores y parasitoides, siendo la mayoría nativos o endémicos.



**Figura 19:** Trips Thysanoptera

Pequeños insectos que miden entre 0,5 a 2 mm, en el adulto el aparato bucal está dotado de estiletes cortos, los cuales están acondicionados para raspar y succionar (aparato bucal raspador–chupador). Se reproducen por partenogénesis o sexualmente, es una especie altamente polífaga que tiene a la sandía como hospedero secundario (Figura 17).

El perjuicio al follaje se exterioriza inicialmente como pequeñas manchas decoloradas que pueden alcanzar a todo el limbo de la hoja. En la fruta se observa primeramente una pérdida de color y al crecer la fruta se origina una rugosidad, encontrándose también en especies de árboles nativos, eucaliptos, zarzamora y diversas especies colindantes a la sandía. Su importancia se acrecienta en las zonas donde se cultiva ajo, ya que al arrancarse éste, el trips se dispersa por sus propios medios (Phytoma, 2017).

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

Limpieza de malas hierbas y restos de cultivo.

Colocación de trampas cromáticas azules.

**Control biológico** mediante enemigos naturales

### **Control químico**

1. Habrá que monitorear las plantaciones por lo menos tres veces por semana, con el intención de identificar a tiempo el insecto; como también para averiguar la calidad de las aplicaciones y la efectividad de los productos.
2. Con los monitoreos alcanzaremos también, utilizar el plaguicida específico y las dosis adecuadas para un mejor control.
3. Para efectuar una aplicación, hay que tomar en cuenta el umbral de daño económico, intensidad de daño, fase de desarrollo de la plaga o enfermedad.
4. Otro elemento importante que puede influir en la calidad de una aplicación, es conocer el pH del agua que utilizamos para fumigar (usar reguladores de pH )
5. Es importante que la persona que fumiga emplee debidamente el equipo básico de protección con la

intención de impedir intoxicaciones (Buenaño, 2017).



**Figura 20:** Mosca blanca

*Bemisia tabaci*: las moscas adultas son de cuatro alas y alrededor de 1.5 mm de largo (Figura 18). La caracterización y diferenciación de los adultos de *B. tabaci* y *T. vaporariorum* se efectúa en base a la posición de las alas. *T. vaporariorum* tiene las alas horizontales, mientras que *B. tabaci* las tiene inclinadas sobre el cuerpo. Las larvas son igualmente fáciles de diferenciar; pues *T. vaporariorum* tiene todo el perímetro lleno de pelos o quetas, mientras que *B. tabaci* contiene como máximo 7 pares de quetas.

Las matas infectadas presentan menos vigor y las hojas se cubren con mielecilla. La mosca blanca se nutre del tejido de las hojas, extrayendo la savia de la planta lo cual obstaculiza su crecimiento. En las plantas infectadas las hojas se vuelven amarillentas y se caen. Se desarrolla un

hongo semejante a tizón en las hojas cubiertas del rocío viscoso producido por la mosca blanca (Meister, 2017)

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.

No dejar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes agradan a los adultos de mosca blanca.

Colocación de trampas cromáticas amarillas

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

Principales parásitos de larvas de mosca blanca

***Bemisia tabaci***: Fauna auxiliar autóctona: *Eretmocerus mundus*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Eretmocerus californicus*

### **Control químico**

Materias activas: alfa-cipermetrin, *Beauveria bassiana*, bifentrin, buprofezin,.



**Figura 21:** Nemátodos agalladores de las raices  
*Meloidogyne* spp.

### **Experiencia del autor**

Aquí tenemos que obligadamente hablar del proceso que se utilizó en la Granja, que fue el proceso de solarización, para el control de los nemátodos, trataremos de explicar de manera clara y sencilla este método.

Garcés (2016), indica que la solarización es un método físico que en unos pocos años ha alcanzado una popularidad

vertiginosa, también ha sido definido como un proceso hidrotérmico natural de desinfección. Radica en el cubrimiento del suelo húmedo con una lámina de polietileno transparente durante espacios de intensa radiación solar y calor, de forma que se capture la energía calorífica del sol, originando cambios físicos, químicos y biológicos en el suelo. La manejo adecuado del método aumenta las temperaturas del suelo a niveles letales para nematodos, hongos, bacterias y malezas, e incluso mejora la nutrición de las plantas por el incremento en la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes esenciales. El mismo autor propone que los períodos de tratamientos nunca sean menores a 30 días, y para el caso de presencia de *Meloidogyne*, deben extenderse hasta 45 días.

El ciclo de vida del *Meloidogyne* spp. (Figura 19), es de tres semanas hasta varios meses, depende de las condiciones agroclimáticas; se le llama Nemátodo agallador, por las agallas que se forman en el sistema radicular de las plantas atacadas por éste.

**Daño:** Hay dos investigaciones en las plantas infectadas; las células de la corteza y el periciclo que están cercanas a los juveniles se convierten en agallas. Cada juvenil infeccioso incita un agrandamiento. Bajo infecciones severas se pueden formar agallas del tamaño de nueces.

El efecto secundario patológico se inicia cuando los juveniles infecciosos penetran la raíz y se asientan para

alimentarse; las sintomatologías de las partes aéreas de las plantas son similares a los que habitualmente se ven en otras enfermedades radiculares. Estos contienen marchites, clorosis, enanismo y reducción en cantidad y calidad de frutos; el sistema radicular se reduce y se notan varios grados de necrosis. El perjuicio causado por los nematodos a los tejidos superficiales de las raíces admite la entrada de patógenos y bacterias (Pacheco, 2013).

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

Uso de variedades resistentes.

Desinfección del suelo en tierras con ataques anteriores.

Manejo de plántulas sanas.

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

Productos biológicos: preparado a base del hongo  
*Arthrobotrys* *irregularis*

## **Control por métodos físicos**

Esterilización con vapor.

Solarización, que radica en elevar la temperatura del suelo mediante la colocación de una lámina de plástico transparente sobre el suelo durante un mínimo de 30 días.

## **Control químico:**

**Experiencia del autor:** No recomiendo las aplicaciones de nematicidas sintéticos, por su alta residualidad y su larga permanencia en el suelo, y las hortalizas que la mayoría tienen un ciclo vegetativo corto, estas podrían quedar contaminadas, con un peligro de alto riesgo para la salud humana.



**Figura 22:** Arañita roja (*Tetranychus* spp.) plaga de hojas

*Tetranychus* spp., típicas arañas rojas de cuerpo globoso u ovoide (Figura 20), fitófagas, sólo los estados ninfales y adultos se nutren de tejido vegetal. Son especies ovíparas, algunas capacitadas de producir abundante tela que

envuelve el follaje del cultivo. No tienen a la sandía como hospedero primario, pero las infecciones suelen ser tardías e inducidas por condiciones como temperaturas altas, sequedad ambiental y estrés hídrico. El buen estado nutricional de las plantas, con eminentes aportes de fertilizantes nitrogenados aumenta el crecimiento de sus poblaciones (Abarca, 2017).

Los ataques más graves se originan en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la insuficiente humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en parcelas con historial de araña roja.

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.

Impedir los excesos de nitrógeno.

Cuidado de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo.

### **Control biológico mediante enemigos naturales**

Principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja: *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* (especies autóctonas y empleadas en sueltas), *Feltiella acarisuga* (especie autóctona).

## **Control químico**

1. Será preciso monitorear las plantaciones por lo menos tres veces por semana, con el intención de identificar a tiempo plagas o enfermedades; como también para averiguar la calidad de las aplicaciones y la seguridad de los productos.
2. Con los monitoreos alcanzaremos también, utilizar el plaguicida específico y las dosificaciones apropiadas para un mejor control.
3. Para efectuar una aplicación, hay que tomar en cuenta el umbral de daño económico, intensidad de daño, fase de desarrollo de la plaga o enfermedad.
4. Otro ingrediente importante que puede influir en la calidad de una aplicación es conocer el pH del agua que utilizamos para fumigar (usar reguladores de pH)
5. Es trascendental que la persona que fumiga emplee adecuadamente el equipo básico de protección con la intención de evitar intoxicaciones.

Después de cada fumigación es obligatorio lavar muy bien el equipo de fumigación; con esto impediremos el daño a empaques y otros accesorios del equipo.



**Figura 23:** Mosca minadora de las hojas (*Liriomyza sativae*).

**Daño:** Las larvas penetran la epidermis y se nutren succionando la savia, en este proceso ellas dejan una huella bien particular al cual deben su nombre.

Los minadores dejan galerías en el tejido foliar de forma estrecha y sinuosa.

Cuando el ataque es duro, los minadores pueden inducir que las hojas se sequen y caigan.

#### **Métodos preventivos y técnicas culturales.**

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.

En enérgicos ataques, prescindir y destruir las hojas bajas de la planta.

Colocación de trampas cromáticas amarillas.

**Control biológico** mediante enemigos naturales

#### **Control químico:**

Materias activas: abamectina, ciromazina, pirazofos

### **Experiencias del autor**

La presencia de los ácaros y de la *Liriomyza*, si se hacen buenos controles para trips, mosca blanca y áfidos, no debe haber mayor problema con la *Liriomyza*, y el manejo de los ácaros se hace con una buena planificación de riego y la revisión de la fertilización nitrogenada.

### **Enfermedades en el cultivo de sandía**

Las enfermedades problemáticas de la sandía incluyen la marchitez por fusarium, mancha bacteriana de la fruta, , el mildiú polvoroso, el mildiú veloso y el tizón del tallo gomoso. Los virus como el mosaico del pepino, el mosaico de la calabaza y el mosaico de la sandía también pueden ser un problema. Cuando sea posible, el uso de variedades genéticamente resistentes es la mejor forma de combatir las enfermedades.

En lo referente a las enfermedades, la presencia del oídio o Mildiú polvoriento y del Mildiú veloso es necesario observar el campo a partir de los 45 días, cuando está en pleno llenado de la fruta y la planta entra a su fase de senectud, hay que revisar el haz de las hojas y determinar el tipo de hongo que está atacando, y comenzar hacer controles preventivos y curativos con productos específicos.

### Marchitez temprano (*Fusarium spp.*) en sandía



**Figura 24:** Daño por *Fusarium spp.* en cultivo de sandía.

En plántula origina podredumbre radicular y la muerte de ésta. También se observa una marchitez, alcanzando a estar afectadas parte de las rastras. En tallo, los haces vasculares surgen de color pardo más o menos intenso, apareciendo a veces gotas de goma en el tallo.

#### Métodos preventivos y técnicas culturales

La rotación de cultivos reduce gradualmente el patógeno en suelos infectados.

Excluir las plantas enfermas y los restos del cultivo.

Utilizar semillas certificadas y plántulas sanas.

Uso de variedades resistentes

Asepsia de las estructuras y útiles de trabajo

Solarización

#### **Control químico**

Los tratamientos químicos durante el cultivo son ineficaces

### Mildiu polvoso – Cenicilla polvosa en sandia



**Figura 25:** Cenicilla o mildiu polvoso en cultivo de sandia

Es una de las enfermedades más severas y que comúnmente afectan al cultivo de sandía (Abarca, 2017). Se lo asocia con los agentes causales *Erysiphe cichoracearum* , *Podospaera xanthii* (anteriormente *Sphaerotheca fuliginea*)

Los indicios que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas (haz y envés) que van envolviendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y peciolo e inclusive frutos en ataques muy fuertes. Las hojas y tallos atacados se tornan de color amarillento y se secan.

Las malas hierbas y otros cultivos de cucurbitáceas, así como residuos de cultivos serían las fuentes de inóculo y el viento es el encargado de trasladar las esporas y dispersar

la enfermedad. Las temperaturas se sitúan en un margen de 10-35 °C, con el óptimo alrededor de 26 °C. La humedad relativa óptima es del 70 % (Cenida, 2012).

### **Métodos preventivos y técnicas culturales**

Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.

Uso de plántulas sanas.

Efectuar tratamientos a las estructuras.

Utilización de las variedades de sandía con resistencias parciales a las dos razas del patógeno.

### **Síntomas**

Afectan a las hojas motivando pérdida de la vitalidad y hasta muerte de la planta.

Anulan los frutos después de la cosecha Cuando el cultivo es llevado en época húmeda y caliente (21 a 27 °C), esta condición se convierte en un factor limitante para el crecimiento y desenvolvimiento de las plantas.

Temperaturas menores de 13 °C o mayores de 31 °C estimulan un desarrollo lento del hongo.

Los medios de diseminación del hongo son, entre otros; semillas contaminadas interna o externamente, gotas de lluvia, restos infectados de cultivos anteriores (Mandal *et al.*, 2020).

La enfermedad se muestra en los órganos aéreos de la planta, en todos sus estados de desarrollo. Las lesiones en las hojas se forman con encharcamientos de los tejidos infectados, continuadas de necrosis, resultando manchas circulares de diámetro variable. Cuando las lesiones son muchas se produce un rápido encrespamiento de la hoja afectada. En los tallos y en el pecíolo se observan lesiones elípticas, deprimidas, a veces mostrando el tejido necrótico recubierto por una masa rosada que es la fructificación, peculiaridad del hongo. En los frutos desarrollados, antes o después de la cosecha, se observan lesiones circulares o elípticas, con bordes encharcados y recubiertas por la masa de esporas de color rosado.

### **Control**

Descartar los restos de cultivos anteriores.

Rotación de cultivos, no sembrar en época lluviosa y uso de semillas certificadas.

Pulverizar con productos químicos tales como Benlate (50 gr); Triziman D (230 gr); Difolatan (460 gr), todos en 100 litros de agua.

### Antracnosis en sandía



**Figura 26:** Fruto y hoja de sandía con lesiones por Antracnosis

La antracnosis afecta principalmente a melones, sandías y pepinos. La enfermedad es causada por el hongo

*Colletotrichum spp.* Este patógeno fúngico en su desarrollo forma pelos característicos en forma de bigotes (setas), que es una característica clave para identificarlo con la ayuda de un lente de aumento.

### **Síntomas**

La antracnosis es una enfermedad que se observa en las cucurbitáceas en condiciones cálidas y de alta humedad. Los síntomas se notan en las hojas como lesiones necróticas con o sin centros agrietados. Los síntomas aparecen primero en las hojas de la corona como pequeñas manchas de color marrón oscuro, generalmente después de que las enredaderas comienzan a crecer de forma acelerada. Estas lesiones también son visibles en el envés de las hojas. Durante el clima húmedo, se desarrollan masas de esporas de color rosa anaranjado en el centro de manchas foliares más grandes. Después de un tiempo en condiciones secas, las masas de esporas se vuelven grises. Las lesiones pueden fusionarse y provocar la muerte de las hojas. La enfermedad puede ser transmitida por semillas y los síntomas a veces se pueden ver en trasplantes jóvenes.

En tallos y pecíolos, las lesiones son alargadas y bronceadas. Las lesiones de la fruta son áreas grandes, circulares y hundidas que se vuelven negras y pueden producir un exudado rosado en condiciones húmedas. En condiciones de alta humedad, se pueden observar grandes

masas de esporas de color salmón, lo cual es característico del patógeno.

### **Control**

Es necesaria una combinación de tratamiento de semillas, rotación de cultivos y aplicaciones de fungicidas para controlar esta enfermedad en variedades susceptibles. Las aplicaciones de rociado de protección deben realizarse cuando las vides comienzan a crecer y deben continuarse a intervalos de 7 a 10 días durante los períodos de clima húmedo o lluvioso. Los horarios pueden extenderse a 14 días durante el tiempo seco.

### Mildiu veloso



**Figura 27:** Lesiones y enrollamiento causado por mildiu veloso en sandía

*Pseudoperonospora cubensis* es un patógeno conocido por causar mildiú veloso en las cucurbitáceas como el melón, el pepino, la calabaza, la calabaza y la sandía. Este moho de agua es un patógeno importante de todos estos cultivos, especialmente en áreas con alta humedad y precipitaciones. En la mayoría de los años, la enfermedad es un problema

anual tardío en calabazas, melones y sandias; sin embargo en algunos lugares de Ecuador se ha convertido en una de las enfermedades más importantes en producción.

El mildiú veloso varía la severidad de su ataque con las condiciones ambientales, durante su diseminación. Sus condiciones óptimas son cuando existen temperaturas agradables (16 a 22 °C) y alta humedad relativa. Trabajos de mejoramiento genético han facilitado la obtención de variedades e híbridos resistentes a este fitopatógeno.

### **Síntomas**

El primer indicio de la infección es el apareamiento de puntos circulares u ovals encharcados y de color amarillo suave que se limitan en el haz de las hojas; si las condiciones son favorables, para la fructificación del hongo, se pueden observar las esporas o conidias en el envés, con coloración verde-oliva a púrpura. Al no intervenir a tiempo, se podrá observar tejidos muertos con color café o parduzco (Pacheco, 2013).

### **Control**

Sembrar variedades resistentes y rotar el cultivo

Pulverizar en 100 litros de agua con Dithane M-45 (230gr.), Difolatan (460 gr.), Triziman D (230 gr.), etc.

## **Experiencia del autor**

### **Control químico**

Será obligatorio monitorear las plantaciones por lo menos tres veces por semana, con la intención de identificar a tiempo plagas o enfermedades; como también para detectar la calidad de las aplicaciones y la efectividad de los productos.

Con los monitoreos conseguiremos también, utilizar el plaguicida específico y las dosificaciones adecuadas para un mejor control.

Para efectuar una aplicación, hay que tomar en cuenta el umbral de daño económico, intensidad de daño, fase de desarrollo de la plaga o enfermedad.

Otro factor significativo que puede influir en la calidad de una aplicación, es conocer el PH del agua que utilizamos para fumigar (usar reguladores de pH)

Es importante que la persona que fumiga use apropiadamente el equipo básico de protección con la intención de evitar intoxicaciones. - Después de cada fumigación es obligatorio lavar muy bien el equipo de fumigación; con esto impediremos el daño a empaques y otros accesorios del equipo.

Hoy se busca opciones que ofrezcan nuevos tipos de plaguicidas, que no formen resistencia, que sean

específicos, que no sean muy tóxicos para el hombre ni para los organismos benéficos, que sean biodegradables y adicionalmente de bajo costo.

El control es el biológico, mediante la utilización de hongos y bacterias ha demostrado efecto sobre hongos fitopatógenos; especies de los géneros fungosos *Trichoderma* y *Gliocladium*, y bacterias como *Bacillus* sp., *Pseudomonas* y *Streptomyces*.

### **Virosis Sandia**



*Figura 28:* Síntomas de virosis en hojas de sandía

### **Polinización**

Regularmente si las condiciones ambientales son propicias es conveniente el uso de abejas (*Aphis milifera*) como insectos polinizadores, ya que con el empleo de hormonas las consecuencias son imprevisibles (malformación de frutos, etc.), debido a que son muchos los factores de cultivo y ambientales los que influyen en la acción hormonal. El

número de colmenas puede variar de 2 a 4 por hectárea, e incluso puede ser superior, dependiendo del marco de plantación, del estado vegetativo del cultivo y de la climatología.

Cuando se cultiva sandía triploide, sin semilla, es necesaria el uso de sandía diploide como polinizadora, ya que el polen de la primera es estéril. Se investigan asociaciones en las que concuerden las floraciones de la polinizadora y polinizada en relación 30-40 % de polinizadora + 60-70 % de polinizada o 25-33 % de polinizadora + 67-75 % de polinizada. Es normal que se asocien sandías tipo Sugar Baby como polinizadoras con tipo Crimson como polinizadas para no confundirlas a la hora de la recolección.

### **Experiencia del autor**

El trabajo de las abejas en la sandía, es de suma importancia, por ser una planta monoica, requiere de las abejas para su polinización y fecundación, porque la flor femenina abre su flor por solo un día, y si no es aprovechada por las polinizadoras, esa flor se cae, es aconsejable poner de 3 a 4 colmenas por ha, cuando inicie la aparición de la flor masculina, para que ellas se vayan apropiando del cultivo, y cuando salgan las femeninas hagan su trabajo de forma eficaz.

La mejor advertencia que se puede dar, es que si hay presencia de plagas y/ o enfermedades y se van utilizar pesticidas, la hora de fumigación debe ser a partir de las seis

de la tarde para evitar la muerte de ellas, ya que a esa hora están dentro de su colmena. Y el tiempo preciso para retirarlas es una semana antes del inicio de la cosecha.



**Figura 29:** Colmenas de abejas para polinización en cultivo de sandía.

## **Recolección**

### **Experiencia del autor**

Generalmente este trabajo se realiza por personas especialistas, guiándose por los siguientes síntomas externos:

- El zarcillo que está pegado en el pedúnculo del fruto, está totalmente seco, y también la primera hoja situada por encima del fruto está marchita.
- Pedúnculo seco del fruto.
- Al golpear el fruto con los dedos se produce un sonido sordo.
- Al oprimir el fruto entre las manos se oye un sonido claro

como si se resquebrajase.

- Al rayar la piel con las uñas, ésta se separa fácilmente.
- La “panza” del fruto, parte en contacto con el suelo, pasa de color blanco a color crema.
- La capa cerosa (pruína) que cubre la epidermis del fruto ha desaparecido
- El fruto ha perdido el 35-40 % de su peso máximo.
- Por el ciclo vegetativo de la fruta o madurez comercial

## **Cosecha**

### **Cosecha de la sandía**

Las sandías pueden sufrir el ataque de diversos hongos o bacterias durante su conservación. El principal punto de entrada de estos microorganismos es la zona del pedúnculo, por lo que es importante conservar un pequeño trozo de tallo para evitar que a través de la herida penetren estos patógenos (Frutas y hortalizas, 2018).

Según Hernández (2010), la cosecha de sandía por lo general empieza entre los 80 a 110 días después de la siembra, esto depende mucho de las condiciones de cultivo y ambientales.

Inicialmente no es fácil determinar cuándo las frutas de sandía ya han alcanzado su madurez comercial, por lo tanto, es necesario contar con personal diestro para llevar a cabo la cosecha. En la fruta ocurren cambios que nos pueden ayudar a determinar la etapa de madurez en que

esta se encuentra; estos cambios pueden ser diferentes para las distintas variedades de sandía.

Los beneficios del cultivo van a variar entre 300 a 500 docenas de frutos por hectárea, dependiendo la período del año y situaciones del cultivo.

### **Experiencia del autor**

En el estudio de caso, de mi tesis de maestría, reporto las producciones logradas por ha.

### **Calidad interna de las frutas**

En la mayoría de las variedades de sandía, la calidad interna de las frutas está determinada principalmente por una pulpa comestible de color rojo profundo o amarillo en ciertas variedades, textura crujiente y placentera y un contenido de azúcar alto sin embargo el que las frutas posean dichas características dependerá en gran medida de la variedad sembrada, la etapa de madurez de las frutas al momento de la cosecha, y su manejo durante y después de la cosecha.

La calidad interna estará influenciada también por las condiciones en que se encontraba la siembra al momento de y previo a comenzar la cosecha, especialmente durante las últimas 2 a 3 semanas. En el caso de frutas de las variedades de pulpa roja, en muchas ocasiones estas presentan un color de pulpa rosa cuando la fruta todavía está inmadura, un color rojo o rojo oscuro cuando ya se

encuentra madura y un color anaranjado rojizo cuando está sobremadura.

### **Corte de sandía**

#### **Experiencia del autor**

Es importante que durante la cosecha no se aplique riego en el campo, pues las frutas maduras se rajan; es recomendable suspender el riego unos días antes de la cosecha (Figura 27). Cuando cosechamos temprano en la mañana, dichas fisuras pueden ocurrir con más frecuencia en las fruta, ya que temprano en la mañana las frutas se encuentran más túrgidas y contienen más agua, por lo cual la presión interna en la fruta es mayor. Para reducir la incidencia de dicho daño en las frutas, se recomienda comenzar la cosecha un poco más tarde en el día.

Para el corte de sandía no se debe desprender la fruta halándola porque esto puede causarle un daño severo. Para desprender la fruta de la planta se debe utilizar un cuchillo o tijera bien afilada, dejando alrededor de 1 a 1 ½ pulgada (3 cm) del pedúnculo adherido a la fruta, con el propósito de prevenir la pudrición por dicho extremo proximal de la fruta.

El corte en el pedúnculo podría ser tratado con una pasta o cera para limitar posteriormente el posible acceso de microorganismos patógenos por dicho corte. Al cosechar, las frutas se pueden colocar sobre el banco, en la zanja o

llevarse hasta un callejón. No se debe dejar caer, ni pararlas sobre una de sus puntas y tampoco permitir que se mantengan mucho tiempo bajo el sol. Por ello se requieren colocar las frutas lo antes posible y con cuidado en cajones grandes (*field bins*), camiones o carretones para transportarlas al área de empaque, almacenamiento o directamente al mercado. Dichos cajones o tipos de transporte deben tener una superficie lisa en su interior, preferiblemente recubierta con algún tipo de material acolchado para prevenir magulladuras, raspaduras y rajaduras durante la transportación (Fornaris, 2015).



**Figura 30:** Cosecha o corte de sandía

### **Momento para cosechar**

Cuando sembramos variedades de sandía que producen frutas de tamaño grande, como las híbridas Starbrite y Royal Charleston o las de polinización abierta como Charleston Gray y Jubilee, se estima que las primeras frutas de estas variedades pueden estar listas para cosechar entre 75 y 80 días después de la siembra (i.e., directamente en el campo o en el semillero). En el caso de las variedades de

fruta pequeña (ej., Quetzali), la primera cosecha de frutas podría ocurrir de 70 a 80 días después de la siembra de la semilla. Cuando sembramos la semilla en un semillero, como parte de los períodos de días antes mencionados se incluyen las dos a tres semanas que van a tardar las plántulas en desarrollarse adecuadamente antes de su trasplante al campo (Fornaris, 2015).

La cosecha de los frutos en un estado de madurez adecuado permite iniciar su proceso postcosecha de la mejor manera y calidad posible Extraído de (INTAGRI, 2011).

**Maduración:** El conjunto de procesos de desarrollo y cambios observados en la fruta se conoce como maduración.

En relación a los estados de madurez de la fruta, es conveniente conocer y distinguir de manera precisa el significado de los siguientes términos, de uso común en postcosecha:

- **Madurez fisiológica:** Una fruta se encuentra fisiológicamente madura cuando ha conseguido un estado de desarrollo en el cual ésta puede continuar madurando regularmente para consumo aún después de cosechada.

- **Madurez hortícola:** Es el estado de desarrollo en que la fruta se encuentra apta para su consumo u otro fin

comercial. La madurez hortícola puede coincidir o no con la madurez fisiológica.

- Madurez de consumo u organoléptica. Estado de desarrollo en que la fruta reúne las características deseables para su consumo (color, sabor, aroma, textura, composición interna) (FAO, 2010).

### **Postcosecha**

Los objetivos y desafíos de la postcosecha, deberían ser, mantener la vida del vegetal durante el máximo tiempo posible y reducir procesos de detrimento de la calidad de propiedades internas y externas que involucran el envejecimiento y muerte.

La sandía es una fruta no climatérica, es decir, son frutos que necesariamente deben alcanzar su madurez de consumo en la planta antes de cosecharlos. Estos frutos una vez recogidos no sufren ningún cambio que favorezca a su madurez. Mantienen niveles bajos de respiración y producción de etileno, es importante en este tipo de frutas el índice de madurez, ya que por ejemplo en sandía se desarrolla el dulzor una semana antes de su maduración total; por lo cual su cosecha temprana es indeseable.

Aunque en ocasiones las enfermedades causadas por hongos y por algunas bacterias pueden ser una fuente

importante de pérdidas después de la cosecha, generalmente este tipo de pérdidas son bajas comparadas con las pérdidas debidas a los daños físicos como las magulladuras ocasionadas por el manejo brusco de las frutas. Estos daños a su vez facilitan la entrada de organismos patógenos causantes de enfermedades. Son varias las enfermedades en sandía que en un momento dado podrían causar el desarrollo de daños postcosecha en la fruta, especialmente luego de tener condiciones de lluvia y humedad alta durante el período de producción y cosecha

1. El manejo de la temperatura es extremadamente importante para el control de las enfermedades postcosecha. Aunque las temperaturas consideradas como óptimas para el transporte y almacenamiento refrigerado de las frutas de sandía permiten el crecimiento de muchos de los patógenos (50 a 59 °F) (10 a 15 °C)], la razón o velocidad de crecimiento de estos será menor que la que tendrían a temperaturas más altas.
2. La humedad relativa alta puede favorecer el desarrollo de muchos de los patógenos. Para beneficio de la fruta de sandía, se recomienda una humedad relativa de 85 a 90 %, pero manteniendo su superficie seca. Esta humedad relativa recomendada no favorece el desarrollo de muchas de las enfermedades, ya que lo ideal para el desarrollo

de la mayoría de los patógenos es una humedad relativa de 95 a 100 %, con la superficie de la fruta húmeda por la presencia de agua libre.

3. La presencia de agua libre sobre la superficie de las frutas se debe evitar en sandía. No coseche o maneje frutas mojadas. No permita que las frutas cosechadas se mojen. De tener que lavar las frutas, práctica que usualmente no es deseable, debe secarlas por completo lo antes posible. Lo ideal para las frutas que son refrigeradas es mantenerlas de forma continua a la misma temperatura durante el resto de su manejo porque de ser expuestas a temperaturas más altas ocurrirán condensación de agua sobre su superficie. Cuando la superficie de la fruta sufre algún tipo de daño, como una cortadura o magulladura, aunque el resto de la superficie de la fruta esté seca habrá presencia de aguas libre y nutriente en el área donde ocurrió el daño a las células, lo que favorecerá el desarrollo de los patógenos.
4. El uso de atmósfera modificada o controlada, aunque actualmente no se utiliza o es de uso bien limitado en sandía, es una práctica que también podría tener efectos sobre las enfermedades postcosecha. Al igual que los tejidos de la fruta, el patógeno lleva a cabo el proceso de respiración para

mantenerse vivo y al bajar la concentración de oxígeno y/o subir la de dióxido de carbono se podría suprimir el crecimiento del patógeno.

En mi experiencia de 7 años de siembra, manejo y cosecha de sandía en El Misionero, la fruta ha sido manejada en primer lugar, por el ciclo vegetativo que ha mostrado la variedad Royal Charlesto en Milagro, iniciando esta actividad alrededor de 75 días promedio, las otras inspecciones de cosecha fueron zarcillo seco pegado al pedúnculo, el color brillante que coge la piel al pasar la mano sobre ella, el golpe seco y la variable del color de la panza que adquiere una coloración cremosa.

En la comercialización de la fruta, todas las ventas fueron pactadas al peso (kg), con un mayorista del mercado de Milagro, pero con mucha variabilidad de precios, la producción de esta hortaliza, puede ser a la vez muy fructífera y muy arriesgada. Todo el éxito siempre dependerá de la capacidad de comercialización y la eventualidad de obtener buenos y aceptables precios, más que de la experiencia técnica para la producción.

Por las condiciones de la textura de suelo, franco-arenoso, por la instalación del sistema de riego gota a gota, acompañada con el proceso de solarización y sus condiciones edafoclimáticas, hicieron de El Misionero una unidad de producción eficiente y altamente productiva,

donde toda la información que se ha generado, va a servir para entregar a los agricultores pequeños y medianos dedicados a esta actividad a optimizar sus productividades, contribuyendo a la economía de ellos y a la del país.

Los cultivos de gran valor como es el cultivo de sandía, suelen ser un elemento indispensable para la viabilidad de las pequeñas explotaciones agrícolas, por eso este libro pretende también a la creciente necesidad de instrucción comercial y de mercadeo que sienten los agricultores, y su orientación es eminentemente práctica, con objetivos como llegar a mercados a través de asociaciones de agricultores, donde se pueda valorar el trabajo que hay detrás de sacar una buena hortaliza inocua y con el cuidado del medio ambiente.

#### Problemas de pos-recolección

Las sandías pueden verse afectadas por varios problemas durante su almacenamiento, como la aparición de enfermedades producidas por hongos y bacterias y los daños por frío o por un exceso de etileno en la cámara.

Las sandías pueden sufrir diversos problemas durante su conservación, entre los que se encuentran los daños por frío, daños por etileno y enfermedades.

**Daños por frío:** se producen por debajo de 4 °C y se manifiestan por la aparición de manchas pardas en la

corteza y la aparición de malos sabores. Las temperaturas bajas además inducen la pérdida de color rojo de la pulpa.

**Daños por etileno:** las sandías son sensibles al etileno, por lo que si se almacenan en presencia de este gas sufren diversas alteraciones como pérdida de firmeza y del grosor de la corteza, lo que reduce mucho su calidad.

### **Información sobre el cultivo en el Ecuador**

#### **Variedades producidas en el Ecuador**

Royal Sweet

Royal Charleston

Crimson Glori

Placock improved

#### **Zonas de siembra en el Ecuador**

Zambrano (2012) “revela que según datos proporcionados por el Tercer Censo Agropecuario divulgado en el 2009, en el Ecuador se sembraron 1905 has de sandía como monocultivo. La producción fue de 25818 toneladas”. (p. 25).

La siembra de esta fruta en el Ecuador es desde julio a diciembre, por lo tanto hay menos posibilidades de problemas de plagas y enfermedades. La provincia con mayor superficie cultivada es Guayas con un 49 %, en

segundo lugar Manabí con 44 %, Los Ríos y Galápagos de 3 % y 1 %, proporcionalmente, otros con 3 % (Alban y Mejía, 2009).

### **Estudio de caso**

#### **Proceso de solarización**

El primer paso para llevarlo a cabo es contar con un espacio donde la luz del sol sea intensa. Además, necesitaremos una buena cantidad de plásticos y utensilios para regar. Las dimensiones de los materiales para la solarización deben ser del total de las medidas del invernadero, es decir, deben cubrirlo totalmente, para que el proceso sea plenamente efectivo.

Su técnica consiste en calentar el suelo en verano cubriéndolo con plástico transparente durante al menos cuatro semanas, en el periodo de mayor radiación solar, logrando así, un incremento en la temperatura que destruya a los agentes patógenos. Con esta técnica se alcanzan temperaturas del orden de 45 – 55 °C en capas superficiales y de 40 – 45 °C a 25 cm de profundidad. Tiene buena eficacia sobre ciertos patógenos y posee, además, un efecto herbicida. Su utilización no permite aspirar a una desinfección completa del suelo, pero sí disminuir las dosis de productos químicos (INTAGRI, 2011).

Además de las camas de la plantación, se irán desinfectando los pasillos.

### **Previo a la colocación de los plásticos**

Antes de proceder a la colocación del material transparente, es necesario realizar las labores precisas para que el terreno esté bien desmenuzado y cuente con la idónea aireación.

En una segunda fase se coloca las mangueras y los diferentes elementos para el riego, incluyendo en los pasillos.

Lo mejor es introducir debajo de la tierra las mangueras para que no se dañen al colocar el plástico.

Los dispositivos para el riego deben revisarse bien para comprobar que tienen la presión adecuada y no hay fugas. Todo debe estar correctamente instalado antes de proceder a colocar los plásticos. Estos deben quedar limpios, con la mínima tierra por encima de ellos, y tensos (Agroptima, 2015).

### **La humedad necesaria**

Cuando hayamos colocado los plásticos transparentes, el terreno tiene que tener la humedad necesaria. Por ello, una vez colocados, regaremos sin producir encharcamiento las camas de la plantación e incluso los pasillos. Con el control de la humedad se potencia

## **Aplicación del proceso de solarización como alternativa ecológica para el control de nematodos en cucurbitáceas**

### **La importancia de la sandía**

El Ecuador se ha destacado en los últimos años como productor de frutas tropicales. La sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.), en particular, se lo ha reconocido como uno de los productos no tradicionales más novedosos, en especial en compradores extranjeros, con elevado potencial para su expansión.

La exquisita diversidad vitamínica y de minerales que contiene la fruta, así como la presencia de sustancias antioxidantes, entre ellas el licopeno y la luteína (Perkins-Veazie, 2007; Shweta *et al.*, 2012), que previenen males relacionados con los diferentes sistemas orgánicos del cuerpo humano (Kelkel *et al.*, 2011), hacen de la sandía uno de los cultivos frutícolas claves para la curación y prevención de enfermedades cardiovasculares, renales y otras.

Según datos proporcionados por el Tercer Censo Nacional Agropecuario (2009), en el Ecuador se sembraron 1 905 ha de sandía como monocultivo, repartidas en 1 788 unidades de producción agropecuaria. La producción fue de 25 818 toneladas. Además, se sembraron 363 ha de sandía en cultivos asociados que produjeron 273 toneladas.

### **Nematodos: el problema diminuto**

*Citrullus lanatus* es afectado por diferentes agentes como virus, bacterias, hongos, insectos, malezas, ácaros y nematodos (*Meloidogyne spp*, también conocidos como Fito nematodos o nematodos fitoparásitos).

Los Fito nematodos, según el género, tienen en la cabeza un estilete hueco (estomatoestilete u odontoestilete), también llamado “lanza”. Hay algunos con estilete sólido modificado (onquioestilete), los que son usados para perforar o penetrar las células de las plantas y a través de él extraer los nutrientes, causando enfermedades. Una encuesta realizada en 1987 determinó que los géneros más importantes en las plantas son *Meloidogyne*, *Pratylenchus*, *Tylenchulus*, *Radopholus*, *Helicotylenchus*, *Xiphynema*, *Ditylenchus*, *Heterodera*, *Globodera*, *Hirschmanniella*, *Scutellonema*, *Rhadinaphelenchus* y *Anguina*.

En el caso particular de *Meloidogyne* se ha señalado que es un nematodo formador de agallas o nódulos en las raíces, que posee una amplia gama de hospedantes dentro de todos los cultivos de importancia para los trópicos. Además, el género está reconocido como el mayor causante de daño económico a los cultivos alimenticios en comparación con otros fitonematodos (Carter, 1985).

Desde el punto de vista económico, la importancia de los nemátodos está dada, entre otras razones, por diferentes factores como el daño que causan a los cultivos (muerte, pérdida de rendimientos, poca asimilación de agua y nutrientes, combinaciones con otros patógenos) y los gastos en que se incurre para su combate (costo de nematicidas, labores agrotécnicas, investigaciones de variedades, imposibilidad de usar un terreno, desechar posturas contaminadas).

La amplia distribución, la capacidad que poseen para sobreponerse a las condiciones ambientales desfavorables; al grado de parasitismo y el tipo de reproducción que presentan, también dan elementos de la importancia que para la agricultura tienen este tipo de organismos.

Estos patógenos están presentes en los cultivos de sandía de El Misionero puesto que se han manifestado señales relacionadas con la acción de nematodos, como plantas de floración temprana y tamaño reducido.

Los síntomas descritos anteriormente han sido contrarrestados con medios químicos de alta toxicidad (como el Furadan) y sin haberse logrado efectos alentadores. El uso sistemático de control químico ha provocado que las poblaciones creen resistencia a los pesticidas. Ello genera la necesidad de encontrar métodos

alternativos para el control de esos patógenos en El Misionero.

### **El desafío: la eterna búsqueda de alternativas ecológicas**

Meloidogyne spp. constituye una de las plagas que más afecta a los sistemas agrícolas, siendo las hortalizas uno de los grupos en los que su impacto es mayor. Normalmente, las medidas para frenar el avance de nematodos son de tipo convencional, usando productos sintéticos que no consideran el impacto de su aplicación en los ecosistemas y la biodiversidad.

Establecer efectivos métodos de control de nematodos sin que esto implique perjuicios a la salud humana, animal y la calidad del suelo representa un desafío para los productores.

El manejo de plagas se respalda en tácticas preventivas, la mayoría de ellas agronómicas, relacionadas con el manejo de los cultivos y de la finca como un sistema dinámico.

Uno de los componentes del manejo agroecológico es el que atiende al suelo y su preparación no debe fundamentarse exclusivamente en función de las finanzas del agricultor: es necesario tener en cuenta también la conservación del suelo para que este recurso pueda seguir brindando sus servicios

por mucho más tiempo. Por ello, existen métodos ecológicos para la desinfección del suelo como la solarización, técnica propia de la agricultura ecológica que aprovecha dos recursos naturales: el agua y la radiación del sol, la cual se propone aplicar en El Misionero.

La solarización es técnicamente segura, económicamente posible en determinadas áreas y condiciones y compatible con el ambiente (Katan, 1987). Tuvo sus orígenes en las épocas tempranas de la agricultura cuando se cubría el suelo y las plantas con materiales orgánicos e inorgánicos para formar una barrera protectora contra las heladas.

El suelo así calentado fue usado para aumentar el crecimiento de las plantas y la cobertura también fue utilizada para limitar la evaporación de agua del suelo, controlar malezas, mejorar la estructura del suelo y combatir la erosión (Lai, 1974, Waggoner *et al.*, 1960 y Burrows y Larson, 1962).

El uso apropiado del método aumenta las temperaturas del suelo a niveles letales para nematodos, hongos, bacterias y malezas e incluso mejora la nutrición de las plantas por el incremento en la disponibilidad de nitrógeno y otros nutrientes esenciales (Katan, 1987b).

### **Trabajos experimentales en sandía**

Durante julio a diciembre de 2015, en un predio de 2200 m<sup>2</sup> en El Misionero, se estudió la respuesta del cultivo de sandía al uso de la solarización para controlar *Meloidogyne spp.* Se empleó la variedad Royal Charleston, que presenta las siguientes características:

Días a la madurez:	65-75
Peso de frutos:	10-15 kg
Forma del fruto:	Oblonga
Color de la corteza:	Verde gris
Color de la pulpa:	Roja brillante

Él trabajo busco evaluar los efectos del proceso en el suelo y las raíces de la fruta a los 30, 45 y 60 días de la aplicación (Katan sugiere que los períodos de tratamientos nunca sean menores a 30 días y para el caso de presencia de *Meloidogyne*, deben extenderse hasta 45 días). Al mismo tiempo, su propósito fue analizar el comportamiento agronómico del cultivo bajo los diferentes tratamientos y su relación beneficio-costos.

El experimento se planteó utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro tratamientos, los cuales se evaluaron a través de cinco repeticiones:

T1: Sin tratamiento de solarización
T2: Con tratamiento de solarización durante 30 días
T3: Con tratamiento de solarización durante 45 días
T4: Con tratamiento de solarización durante 60 días

Posterior a la cosecha, se evaluaron, según la escala de Bridge y Page (1980), las raíces de diez plantas seleccionadas al azar en el área útil de cada tratamiento, con el objetivo de determinar el índice de “agallamiento” causado por *Meloidogyne spp.*

Se analizaron 10 g de raíces usando el método de licuado y tamizado. De esa forma, se calculó el número de nematodos.

### **Los resultados**

La mayor reducción del número de individuos de *Meloidogyne* ocurrió con el tratamiento de solarización de 60 días. El índice se redujo a 70, lo que representa una diferencia significativa con el testigo, al que no se le aplicó ningún tratamiento y su número promedio de nematodos fue de 610.

Los valores promedios del índice de “agallamiento” ponen en evidencia las diferencias entre el tratamiento de solarización durante 60 días con el testigo y la parcela de 30 días solarizadas y la similitud entre los tratamientos de 60 y 45 días.

Estos resultados sugieren que el uso de la solarización durante 60 días y 45 días pudiera ser utilizado sistemáticamente para disminuir el grado de infestación de suelos contaminados con *Meloidogyne*.

En cuanto a las raíces, el efecto de la solarización pudo evidenciarse en los tres tratamientos, así como la diferencia con el testigo en cuanto a la presencia de *Meloidogyne* en esta parte de la planta.

Existen diferencias significativas entre los tres tratamientos y el testigo, correspondiendo los valores más bajos de nematodos en el tratamiento de 60 días, lo que indica que la solarización reduce considerablemente las poblaciones de nematodos en las raíces de sandía, por lo que puede ser utilizada esta práctica para disminuir los daños causados al cultivo.

El tratamiento de solarización de 60 días (T4) mostró mejores resultados que sus competidores en cuanto a otras variables en estudio como la longitud de las guías de la sandía (3 m); la longitud del fruto (31,90 cm); el diámetro del fruto (20,33 cm); el peso del fruto (6,75 kg); el rendimiento (77,76 kg/ha); grados Brix (10,84 %).

La acidez titulable y los valores de pH en los frutos no estuvo influenciado por la práctica de solarización. Tanto el color y la firmeza en los frutos fueron variables que se diferenciaron significativamente entre los tres tratamientos con solarización y el testigo.

### **Efecto de injertos en el cultivo de sandia**

El trabajo de investigación evaluó el efecto que tiene la técnica de injerto de

sandía, sobre portainjerto de calabaza (*Cucurbita máxima* Duchesne),

para lo cual se utilizaron dos híbridos y un portainjerto mediante los

siguientes tratamientos T1 (Royal Charleston-patrón calabaza), T2 (Var.

Charleston Grey-patrón calabaza), T3 (F1 María-patrón calabaza), T4 (testigo sin injertar). L



**Figura 31:** Uso de injertos en el cultivo de sandia.

## Glosario

**Abono:** cualquier sustancia de naturaleza orgánica o inorgánica, natural o sintética que aporta a las plantas uno o varios elementos nutritivos esenciales para su desarrollo vegetativo natural (AGROCALIDAD, 2015).

**Aporque:** cubrir con tierra la base del tallo de las plantas (granos, hortalizas, tubérculos, vegetales, otros) para que se pongan más consistentes y así evitar su caída (FAO, 2009).

**Abonado aplicación de fertilizantes:** Acción o proceso cuya finalidad es hacer que la tierra sea fértil, próspera o productiva; aplicación de fertilizante, ya sea sintético o natural (FAO, 2009).

**Agricultura de conservación:** La finalidad de la agricultura de conservación es lograr una agricultura sostenible y rentable y, en último término, la mejora de los medios de vida de los agricultores mediante la aplicación de sus tres principios: alteración mínima del suelo, cobertura permanente del suelo y rotaciones de cultivos (FAO, 2009).

**Agricultura convencional:** La práctica agrícola aceptada como norma y predominante. Desde la Segunda Guerra Mundial (principalmente en el mundo industrializado), la agricultura convencional se ha convertido en una forma industrializada de agricultura caracterizada por la mecanización, los monocultivos y el uso de insumos sintéticos, como fertilizantes químicos,

plaguicidas y organismos modificados genéticamente, que se centra en lograr productividades y rentabilidades máximas, y que trata los productos agrícolas como mercancías. En grandes zonas del mundo en desarrollo, la agricultura sigue siendo "tradicional", con sistemas diversos, desde sistemas de policultivo bien gestionados hasta sistemas de pastoreo extensivos y erosionantes (FAO, 2009).

**Agricultura responsable:** La expresión “agricultura responsable” se refiere a un método integral de producción agrícola que combina las buenas prácticas agrícolas, la protección del medio ambiente, la seguridad y el bienestar de los trabajadores agropecuarios, el acceso al mercado a precios justos y vínculos más estrechos entre consumidores y productores (FAO, 2009).

**Aporque:** movimiento de tierra a ambos lados de una planta para darle soporte y evitar su acame (tomate, pimiento), normalmente se aprovecha para incorporar abonos o fertilizantes, controlar malezas y alejar el agua del pie de la planta (Ugás, Siura, Delgado, Casas y Toledo, 2000).

**Biodiversidad del suelo:** El suelo es uno de los hábitats con mayor diversidad de la Tierra; contiene una de las colecciones más diversas de organismos vivos. En ningún otro lugar de la naturaleza hay una concentración tan densa

de especies como en las comunidades del suelo (FAO, 2009).

**Biomasa agrícola:** Materia biológica no fósil, de origen vegetal o animal, tanto viva como muerta, encontrada por encima o por debajo de la vegetación rasante, que incluye los productos y subproductos desechables agrícolas, el estiércol, la fauna edáfica y la biomasa microbiana, empleada como alimento, pienso, combustible o enmienda del suelo (FAO, 2009 ).

**Biofertilizante:** Un biofertilizante es un fertilizante orgánico natural que ayuda a proporcionar a las plantas todos los nutrientes que necesitan y a mejorar la calidad del suelo creando un entorno microbiológico natural (FAO, 2009).

**Biomasa:** Peso total de toda la materia biológica o masa combinada de todos los animales y plantas que habitan una zona definida; suele expresarse como peso seco por unidad de superficie (FAO, 2009).

**Buenas Prácticas Agrícolas (BPA):** comprenden prácticas orientadas a la mejora de los métodos convencionales de producción y manejo en el campo, haciendo hincapié en la prevención y control de los peligros para la inocuidad del producto y reduciendo, a la vez, las repercusiones negativas de las prácticas de producción sobre el ambiente, la fauna, la flora y la salud de los trabajadores (AGROCALIDAD, 2015).

**Cama:** porción de suelo donde se siembran hortalizas, normalmente son levantadas o al nivel del suelo y se utilizan para hacer almácigos o producir hortalizas de tamaño pequeño y corto periodo vegetativo (Ugás *et al.*, 2000)

**Corte:** cosecha realizada con tijeras, cuchillas, cuchillos, término genérico para cosecha (Ugás *et al.*, 2000).

**Clima:** situación de la atmósfera en un lugar concreto (microclima) o en una región concreta durante un período prolongado. El clima es la suma a largo plazo de los elementos atmosféricos (por ejemplo, radiación solar, temperatura, humedad, frecuencia y volumen de precipitaciones, presión atmosférica, velocidad y dirección del viento) y sus variaciones (FAO, 2009).

**Comercialización:** La comercialización abarca el almacenamiento para la venta, la exhibición para la venta, el ofrecimiento para la venta, la venta, la entrega, o cualquier otra forma de puesta en el mercado (FAO, 2009).

**Compost:** Mezcla de materia orgánica en descomposición, como la procedente de hojas y estiércol, que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (FAO, 2009).

**Control biológico de plagas:** El control biológico es un método de control agrícola de plagas, enfermedades y malas hierbas que se basa en la depredación natural, el

parasitismo u otros mecanismos naturales que contienen el desarrollo de organismos patógenos (FAO, 2009).

**Control de plagas:** la supresión, contención o erradicación de una población de plagas (FAO, 2016).

**Densidad de siembra:** número de plantas por Hectárea o por unidad de superficie (Ugás *et al.*, 2000).

**Desmanche:** aplicación de plaguicidas por focos, cuando la plaga o enfermedad se presenta inicialmente de esta manera, el desmanche puede detener un problema sanitario en su inicio, disminuyendo el costo de las aplicaciones y protegiendo el control biológico (Ugás *et al.*, 2000).

**Despunte:** eliminación del punto de crecimiento de un tallo o rama (Ugás *et al.*, 2000).

**Desinfección:** minimizar a través de la utilización de agentes químicos y/o métodos físicos, el número de microorganismos presentes en el entorno, hasta un nivel de riesgo permitido para la inocuidad o idoneidad de los alimentos (OMS, 2007).

**Escarda:** Deshierba (Ugás *et al.*, 2000).

**Espaldera:** estructura que permite que las plantas de crecimiento trepador, crezcan erguidas y no sobre el suelo. Se pueden instalar espalderas en leguminosas, solanáceas y cucurbitáceas principalmente (Ugás *et al.*, 2000).

**Fenología:** es la expresión visible del desarrollo de una planta o un cultivo. Una escala común de fenología permite “hablar de lo mismo” al definir momentos del ciclo de un cultivo en relación Buenas Prácticas Agrícolas para hortalizas y verduras 13 a medidas de nutrición, protección, o al estudiar el efecto del ambiente sobre el crecimiento y rendimiento (Santos como se citó en AGROCALIDAD, 2015).

**Fertilidad del suelo:** Capacidad del suelo para producir y sustentar la vegetación (FAO, 2009).

**Fertilizante:** cualquier sustancia o mezcla de sustancias conteniendo uno o más de los elementos esenciales para la nutrición de las plantas que aplicadas al suelo o a la planta, suministra uno o más de los elementos químicos que requieren los vegetales (INEN, 1998).

**Fertilización orgánica:** La utilización de un fertilizante orgánico natural que ayuda a proporcionar a las plantas todos los nutrientes que necesitan y a mejorar la calidad del suelo creando un entorno microbiológico natural (FAO,2009).

**Franco:** un suelo es franco cuando los tres componentes básicos (arena, arcilla y limo) se encuentran más o menos balanceados, y el suelo presenta una textura relativamente suelta y fácil de trabajar (Ugás *et al.*, 2000).

**Guiado:** conducción de las ramas (guías) de cucurbitáceas y gramíneas de crecimiento indeterminado y de tomate de manera ordenada sobre la cama y no sobre el surco de riego (Ugás *et al.*, 2000).

**Granja experimental:** Las granjas experimentales ofrecen un planteamiento innovador para el desarrollo de soluciones agropecuarias alternativas (por ejemplo, orgánicas) mediante la participación del productor agropecuario en la investigación (FAO, 2009).

**Hongos micorrizas:** Hongos que forman una asociación o relación simbiótica con raíces de las plantas más desarrolladas. Los hongos micorrizas mejoran la fertilidad del suelo, ya que mejoran la capacidad de absorción de minerales de las raíces de las plantas y, por tanto, su resistencia a las enfermedades (FAO, 2009).

**Hortalizas:** toda aquella planta anual, bianual o perenne, de la que una o más partes puede ser utilizada, en estado tierno y/o verde maduro (INEN, 1998).

**Impacto ambiental:** es la alteración positiva o negativa del ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada (FAO, 2016).

**Ingrediente activo:** sustancia química de acción plaguicida que constituye la parte biológicamente activa presente en una formulación (INEM, 1998).

**Inocuidad:** todas las medidas encaminadas a garantizar que los alimentos no causarán daño al consumidor si se preparan y/o ingieren según el uso al que están destinados (OMS, 2007).

**Labranza cero:** El cultivo sin laboreo es sencillamente la práctica de introducir la semilla en el suelo con muy poca o ninguna preparación del suelo antes de la siembra (FAO, 2009).

**Labranza de conservación:** Se trata de una práctica empleada en la agricultura convencional para reducir los efectos que tiene la labranza en la erosión del suelo; no obstante, la labranza sigue usándose como elemento fundamental generador de estructura del suelo (FAO, 2009).

**Maleza:** cualquier especie vegetal que interfiere con la actividad humana en áreas cultivables y no cultivables es consideradas malezas (Labrada y Parker, 1996).

**Manejo Integrado de Plagas (MIP):** estrategia basada en el manejo del ecosistema, que se centra en la prevención a largo plazo de las plagas o su daño a través de una combinación de técnicas como el control biológico, manipulación del hábitat, modificación de las prácticas culturales, y el uso de variedades resistentes. Los plaguicidas químicos se usan sólo después de que los resultados del monitoreo indican que así lo amerita, de acuerdo con los umbrales de control establecidos, y los

tratamientos se realizan con el objetivo de eliminar sólo el organismo objetivo. Los insumos de control de plagas se seleccionan y se aplican de una manera que minimice los riesgos para la salud humana, los organismos benéficos, y el ambiente (Labrada y Parker, 1996).

**Microrganismo:** Organismo de tamaño microscópico o submicroscópico, en particular una bacteria o un protozoo (FAO, 2009).

**Monocultivo:** El monocultivo se refiere al cultivo especializado de una planta en una explotación agrícola (generalmente plantaciones grandes) y la siembra del mismo cultivo año tras año, sin rotación de cultivos ni períodos de barbecho (FAO, 2009).

**Mulch:** Cobertura del suelo de protección, generalmente compuesta por materia orgánica como hojas, paja o turba, o con subproductos industriales (papel, plástico), que se coloca alrededor de las plantas para evitar la evaporación de la humedad, la congelación de las raíces y el crecimiento de malas hierbas (FAO, 2009).

**Plántula:** plantín, planta muy joven de hortalizas, generalmente se aplica aquellas que se trasplantan (Ugás *et al.*, 2000).

**Prendimiento:** cuando la plántula reinicia su crecimiento después del trasplante al campo definitivo (Ugás *et al.*, 2000).

**Precio en la explotación:** Precio básico establecido "en la puerta de la granja", es decir, el precio del producto disponible en la granja, excluidos los gastos de transporte o entrega facturados por separado (FAO, 2009).

**Peligro alimentario:** cualquier agente biológico, químico o físico presente en el alimento, que puede causar un efecto adverso para la salud (OMS, 2007).

**Período de carencia o de espera:** intervalo que debe transcurrir entre la última aplicación de un plaguicida y la cosecha. En el caso de aplicaciones postcosecha se refiere al intervalo entre la última aplicación y el consumo del producto agrícola (INEN, 1998).

**Plaga:** cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas o productos vegetales (FAO, 2009).

**Plaguicida:** cualquier sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluyendo los vectores de enfermedades humanas o de los animales, las especies de plantas o animales indeseables que causan perjuicio o que interfieren de cualquier otra forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o Buenas Prácticas Agrícolas Para Hortalizas Y Verduras 15 sobre sus

cuerpos. El término incluye las sustancias destinadas a utilizarse como reguladoras del crecimiento de las plantas, defoliantes, desecantes, agentes para reducir la densidad de fruta o agentes para evitar la caída prematura de la fruta, y las sustancias aplicadas a los cultivos antes o después de la cosecha para proteger el producto contra la deterioración durante el almacenamiento y transporte (FAO, 2009).

**Plántula:** embrión de una planta que se desarrolla a partir de la germinación de la semilla (AGROCALIDAD, 2015).

**Producto fitosanitario:** Un producto de protección fitosanitaria es toda sustancia que tenga la función de evitar, destruir, atraer, repeler o combatir cualquier plaga o enfermedad, incluidas las especies de plantas o animales indeseables (FAO, 2009).

**Riesgo:** función de la probabilidad de un efecto nocivo para la salud y de la gravedad de dicho efecto, como consecuencia de un peligro o peligros en los alimentos (FAO, 1997).

**Rotación de cultivos:** Se trata de una práctica empleada en la agricultura convencional para reducir los efectos que tiene la labranza en la erosión del suelo; no obstante, la labranza sigue usándose como elemento fundamental generador de estructura del suelo (FAO, 2009).

**Seguridad alimentaria:** Existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso

físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana (FAO, 2009).

**Semilla:** clase de producto básico correspondiente a las semillas para plantar o destinadas a ser plantadas y no al consumo o elaboración (AGROCALIDAD, 2015).

**Sustrato:** en el cultivo de plantas, material en el cual se hallan las raíces (AGROCALIDAD, 2015).

**Tutores:** cañas o sogas u otras estructuras utilizados para sostener a las plantas conducidas en espalderas (Ugás *et al.*, 2000).

**Trazabilidad:** es la capacidad para seguir el movimiento de un alimento a través de etapas especificadas de la producción, transformación y distribución (FAO, 2020).

**Triple lavado:** proceso aplicado únicamente a agroquímicos, que consiste en el lavado de envases vacíos por al menos tres veces en forma sucesiva, utilizando agua en un volumen no menor a  $\frac{1}{4}$  del volumen del contenedor por cada lavado (INEM, 2013).

**Umbral económico (UE):** es la densidad poblacional de la plaga donde el productor debe iniciar la acción del control para evitar que la población sobrepase el nivel de daño económico en el futuro (Vivas y Astudillo, 2008).

**Unidad de Producción Agropecuaria (UPA):** es un área delimitada de tierra total o parcialmente destinada a la producción agropecuaria, la cual reúne las siguientes características: Es una unidad económica, en el sentido de que desarrolla una actividad económica agropecuaria al mando de un direccionamiento o gerencia única, indistinto de su forma de tenencia y localización espacial (INEC, 2008).

**Verduras:** distingue a un grupo de hortalizas en la que la parte comestible está constituida por sus órganos verdes (hojas, tallos o inflorescencias) (INEC, 2008).

## Referencias

- Alban, W. y Mejia, M. (2009). *Proyecto de producción de sandía*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/644/1169.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Adlerz WC. Wind effects on spread of watermelon mosaic virus 1 from local virus sources to watermelon. *J Econ Entomol.* 1974 Jun;67(3):361-4. doi: 10.1093/jee/67.3.361. PMID: 4839221.
- Abarca, P. (2017). Cultivo de Sandía. *INIA*, 2, 1-4. Recuperado de <http://www.inia.cl/wpcontent/uploads/PautasdeChequeo/02.%20Pauta%20de%20chequeo%20Sandía.pdf>
- Agrocalidad. (2015). *Guía de buenas prácticas agrícolas para hortalizas y verduras*. Resolución técnica, 0037. Recuperado de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu167500.pdf>
- Alcaraz, A. (2009). *Cultivo de la Sandía* (Vol. 2). (S. Fernández, Ed.) Madrid, España: Castilla y León. Recuperado de [http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales\\_innova/Manual\\_cultivo\\_sandia\\_y\\_melon.pdf](http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_sandia_y_melon.pdf)

- Araneda, H. (2018). Frutas, hortalizas (verduras) y frutos secos. *Educación alimentaria y Nutrición*. Recuperado de <http://www.edualimentaria.com/frutas-hortalizas-frutos-secos-composicion-propiedades>
- Bridge, J., Page, S. (1980). Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart. *Tropical Pest Management* 26: 296–298.
- Buenaño. M. (2017). Principales plagas y enfermedades de la sandía. *Bonora Nature*. Recuperado de <https://www.bonoranature.com/single-post/2016/05/17/LA-SAND%C3%8DA-II-Principales-plagas-y-enfermedades>
- Burrows, W. y Larson, W. (1962). Effect of amount of mulch on soil temperature and early growth of corn. *Agronomy J.* 54: 19-23.
- Grosch, B. (1997). *Química de los alimentos* (2 da ed.). Zaragoza. Acribia.
- Cajamar. (2019). El huerto. *Grupo cooperativo cajamarca*. Recuperado de <https://www.cajamar.es/es/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/boletines-el-huerto/>
- Calero, C. (2011). *Seguridad alimentaria en Ecuador desde un enfoque de acceso y alimentos*. Tesis de maestría.

Universidad Politecnica Salesiana. Quito. Ecuador.  
Recuperado de  
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/catalog/resGet.php?resId=52065>

Camara, T., Sánchez, R. y Torija. E. (2008). *Nutrición y salud*. Madris: Grupo Elba. Obtenido de [http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=url&blobtable=URL\\_&blobwhere=1&blobtable=URL\\_&blobwhere=1](http://www.madrid.org/cs/Satellite?blobcol=url&blobtable=URL_&blobwhere=1&blobtable=URL_&blobwhere=1)

Carter, R., Denson, D. y Randow, H. (2008). Correlates of Temperate and Intemperate Attitudes Toward Alcohol Use. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.1985.tb04070.x>

Casaca. (2005). *Guías tecnológicas de frutas y Vegetales*. Costa Rica. Obtenido de <http://www.dicta.hn/files/2005,-El-cultivo-de-la-sandía,-G.pdf>

Castañeda, P. (2011). *AgroForum*. Obtenido de Manejo del cultivo de sandía: <https://www.agroforum.pe/fruticultura/manejo-del-cultivo-de-sandía-paso-a-paso-x-ing-carlos-castaneda-5411/>

Cesar, A. Y. L. (2020). Evaluación de variedades e híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai), injertados sobre patrón de calabaza, naranjito-guayas (dissertation, Universidad Agraria del Ecuador).

Chomicki, G., Schaefer, H., & Renner, S. S. (2020). Origin and domestication of Cucurbitaceae crops: Insights from phylogenies, genomics and archaeology. *New Phytologist*, 226(5), 1240-1255.

CNIDA. (2012). *Guía para el cultivo de sandía*, 22-24. Recuperado de <http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/CucurbitsSpanish.pdf>

Costa, J. (2007). *Manual de producción plántulas en bandejas*. Honduras. Recuperado de [http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/75/EDA\\_Manual\\_Produccion\\_Plantulas\\_08\\_07.pdf?sequence=1](http://bvirtual.infoagro.hn/xmlui/bitstream/handle/123456789/75/EDA_Manual_Produccion_Plantulas_08_07.pdf?sequence=1)

Cuerpomente. (2012). *Guía de Alimentos*. Recuperado el 27 de Junio de 2018, de <http://www.cuerpomente.com/guia-alimentos/sandía>

Damiano, H. (2012). *Sandía* (2), Mexico

Diaz, P. (2005). *Producción de plantines*. Mexico

FAO. (1997). *Manual de procedimientos*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/w5975s/w5975s00.htm#Contents>

FAO. (2009). *Información sobre operaciones poscosecha*. Recuperado de

<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ac304s/ac304s01.htm>

FAO. (2016). *Normas internacionales para medidas fitosanitarias*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-mc891s.pdf>

FAO. (2020). *Codex Alimentarius. Normas internacionales de los alimentos*. Recuperado de <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/meetings/archives/es/?y=2018>

Fornaris, G. (2015). *Sandía: cosecha y manejo de poscosecha*. Universidad de Puerto Rico, Estación Experimental Agrícola. Obtenido de <http://136.145.11.14/eea/wp-content/uploads/sites/17/2016/09/12.-SANDÍA-COSECHA-Y-MANEJO-POSTCOSECHA-version2015.internet.pdf>

Frutas y hortalizas. (2010). Obtenido de <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Poscosecha-Sandía.html>

Garcés, A. (2016). *Respuesta del cultivo de sandía (Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum & Nakai) al uso de la solarización para el control del nematodos (Meloidogyne spp)*. Tesis de Maestría. Universidad Agraria del Ecuador.

- Gázquez, J. (2014). *Técnicas de Cultivos de la Sandía*. Cajamar. Recuperado de <http://www.besana.es/sites/default/files/tecnicas-de-cultivo-y-comercializacionb.pdf>
- Giaconi, V. (1989). *Cultivo de hortalizas*, Editorial Universitaria, Santiago. Chile. 308 p.
- Guo, S., Zhao, S., Sun, H., Wang, X., Wu, S., Lin, T., ... & Xu, Y. (2019). Resequencing of 414 cultivated and wild watermelon accessions identifies selection for fruit quality traits. *Nature genetics*, 51(11), 1616-1623.
- Hernández, L. (2010). *Cultivo de Sandía*. Veracruz, Mexico. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/7688/ROSELIN%20JIMENEZ%20LOPEZ.pdf?sequence=1>
- Humphrey, L. (2017). *Manual Agronómico para el manejo de Cultivo*. (I. R. Patricio Abarca R., Ed.) Santiago de Chile, Chile: INIA. Recuperado de <https://www.inia.cl/wp-content/uploads/ManualesdeProduccion/01%20M anual%20melon.pdf>
- Hydroen, V. (2012). Guía para el cultivo de Sandía (*Citrullus Vulgaris*). *Hydroenv.com*.
- INEC. (2008). *Análisis socioeconómico regional sur*. Recuperado de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/>

web-  
inec/Bibliotecas/Estudios/Estudios\_Economicos/E  
volucion\_de\_la\_indus\_Alimen\_Beb\_2001-  
2006/Compendio-Sur.pdf

INEM. (1998). *Fertilizantes o abonos*. Recuperado de  
[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/  
209.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/209.pdf)

INIA. (2007). *Normas de Producción Sandía*. (S.  
Ambrosoni, Ed.) Uruguay: DIGREGA.

INIA-INDAP. (2017). *Manual de manejo agronómico del  
cultivo de Sandía*. Santiago: Abarca.

Inifap. (2015). *Guía para la asistencia Técnica Agrícola de  
Nayarit*. Obtenido de Guía para la asistencia Técnica  
Agrícola de Nayarit:  
<http://www.cesix.inifap.gob.mx/guias/SANDÍA.pdf>

INTAGRI. (2011). Recuperado de  
[https://www.intagri.com/index.php/articulos/posc  
osechacomercializacion/frutos-climatericos-y-no-  
climatericos](https://www.intagri.com/index.php/articulos/poscosechacomercializacion/frutos-climatericos-y-no-climatericos)

Jayakodi, M., Schreiber, M., & Mascher, M. (2019). Sweet  
genes in melon and watermelon. *Nature genetics*,  
51(11), 1572-1573.

Japon, J. (1981). *Cultivo del melon y de sanda*.

- Labrada, R. y C., Parker. (1996). *El control de malezas en el contexto del manejo integrado de plagas*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/t1147s05.htm>
- Lai, R. y O, Shemdin. (1974). Laboratory study of the generation of spray over wáter. *Journal of Geophysical Research*. 79 (21):3055-3063. <https://doi.org/10.1029/JC079i021p03055>
- Lardizabal, R. (2017). Producción de plántulas en bandejas.
- Levi, A. et al. in *Genetics and Genomics of Cucurbitaceae* (eds Grumet, R., Katzir, N. & Garcia-Mas, J.) Vol. 20, 87–110 (Springer, 2017)
- Kelkel, M., Schumacher, M., Dicato, M. y Diederich, M. (2011) Antioxidant and anti-proliferative properties of lycopene. *Free Radical Research*, 45:8, 925-940, DOI: 10.3109/10715762.2011.564168
- Mandal, M. K., Suren, H., & Kousik, C. (2020). Elucidation of resistance signaling and identification of powdery mildew resistant mapping loci (ClPMR2) during watermelon-*Podosphaera xanthii* interaction using RNA-Seq and whole-genome resequencing approach. *Scientific reports*, 10(1), 1-25.
- Meister. (2017). Plagas y enfermedades de curcubitaceas. *Productores* 3-4. Recuperado de <http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/CucurbitsSpanish.pdf>

- Martínez, S. (2015). *Suelo y preparacion del terreno*. Mayagüez: Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía.
- Nieto, T. (2012). *Cultivo de Sandía*. Obtenido de Preparación del suelo para la Siembra: <http://djdjcultivo.blogspot.com/>
- OMS. (2007). *Educación en inocuidad de alimentos: Glosario de términos*. Recuperado de [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10433:educacion-inocuidad-alimentos-glosario-terminos-inocuidad-de-alimentos&Itemid=41278&lang=es)
- Ortiz, P. (2010). *Cultivos de Sandía*. (F. Raul, Ed.) Medellín, Colombia. Recuperado el 24 de Julio de 2018
- Pacheco, F. (2013). Enfermadas en el cultivo de sandía. Ponencia, 2-3. Recuperado de [https://www.murciaeduca.es/cifeatorrepacheco/sitio/upload/Ponencia\\_21\\_PLAGENF\\_CUCURB.pdf](https://www.murciaeduca.es/cifeatorrepacheco/sitio/upload/Ponencia_21_PLAGENF_CUCURB.pdf)
- Phytoma. (2017). Sandía: plagas y enfermedades. *Sanidad Vegetal*. Recuperado de <https://www.phytoma.com/sanidad-vegetal/aviso-de-plagas/sandía-plagas-y-enfermedades-mayo-2017>.

- Perkins-Veazie, P. (2007). Carotenoids in watermelon and mango. *Acta Horticulturae* 746: International Conference on Quality Management of Fresh Cut Produce. DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.746.28
- Pomares, F., Baixauli, C., Bartual, R., Ribó, M. 2007. El riego y la fertirrigación de la coliflor y el brócoli. En: *El Cultivo de la Coliflor y el Brócoli*. Maroto, J.V., Pomares, F. Baixauli, C. (eds.). Fundación Ruralcaja/Mundi-Prensa. pp. 157-198.
- Quinteros, R. (2008). *Introducción a la Horticultura. Importancia*. Bogota. Recuperado de [https://olericultura.files.wordpress.com/2014/05/classificacion\\_de\\_las\\_hortalizas-enero-2014-pp.pdf](https://olericultura.files.wordpress.com/2014/05/classificacion_de_las_hortalizas-enero-2014-pp.pdf)
- RAE. (2021). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado de <https://dle.rae.es/comer>
- Regaber. (2020). *Cultivo de sandía*. Recuperado de <https://regaber.com/sandia/>
- Riobo, M. (2002). *Hortalizas: vitaminas y minerales. Composición nutritiva*, pág. 33.
- SAN. (2010). *charlas para la comunidad. Vegetales y frutas los antioxidantes naturales*, 1-6. Buenos Aires.

- Seminis. (2017). *Técnica y recomendaciones para la siembra de sandía*.
- Shweta, K., Ganesch, K., Preeti, K. (2012). Development and in-vitro characterization of ocular insert containing erythromycin. *Internacional Research Journal of pharmacy* 3(8): 246-250.
- Somogyi. (1996). *Biology, Principles and Applications Processing Fruits: Science and Technology*. (Vol. 1). Pensilvania: Technomic Pub. Co. Inc. Lancaster.
- Trebor, V. (2013). *calidad de postcosecha de sandía*. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, Departamento d Biotecnología, México. Obtenido de <http://www.tecnicoagricola.es/calidad-postcosecha-en-sandía/>
- Tercer Censo Nacional Agropecuario (2009). Vol. Recuperado de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/CNA/Tomo\\_CNA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf)
- Ugás R., Siura, S., Delgado, F., Casas, A y Toledo, J. (2000). Programa de Hortalizas, Universidad nacional Agraria La molina, Lima. 202 p. 2000 ISBN 9972-93-12-0-X

- Vivas L., Astudillo, D. (2008) Enfermedades virales transmitidas por la familia Delhacidae con énfasis en el insecto sogata (*Tagosodes orizicolus*). Revista Digital INIA HOY. N° 1. Recuperado de URL: [http://www.inia.gov.ve/index.php?option=com\\_content&task=view&id=460](http://www.inia.gov.ve/index.php?option=com_content&task=view&id=460).
- Waggoner, P., Miller, P. y De Roo, H. (1960). Plastic mulching: principles and benefits. Conn. Agricultural Experimental Station Bulletin, 643.
- Worldwide, M. (2005). Plagas y enfermedades de curcubitáceas. *Productores de Hortalizas*, 6-8.
- Zambrano. P. (2012). *Efectos de la aplicación de mejoradores de salinidad del suelo en el rendimiento y calidad de sandía (Citrullus lanatus T.)*. Guayaqui. recuperado de [/repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/443/1/FREDDY%20ZAMBRANO.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/443/1/FREDDY%20ZAMBRANO.pdf)

# Descubre tu próxima lectura

Si quieres formar parte de nuestra comunidad,  
regístrate en <https://www.grupocompas.org/suscribirse>  
y recibirás recomendaciones y capacitación



   @grupocompas.ec  
compasacademico@icloud.com



ISBN: 978-9942-33-478-7



9 789942 334787



@grupocompas.ec  
compasacademico@icloud.com

compas  
Grupo de capacitación e investigación pedagógica