



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE FACULTAD DE
CIENCIAS AGRARIAS**

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN MODALIDAD PASANTÍA

*Manejo del cultivo de sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai.] para
la obtención de primicia en el Norte de la Provincia de Corrientes.*

Pasante: Camila Iglesia

Asesor: Ing. Agr. César Antonio González

2021

Contenido

Introducción:	1
Objetivos específicos:	5
Descripción de las tareas realizadas:	5
Lugar de realización	5
Revisión historial del lote:	6
Valor nutricional:	6
Material Biológico utilizado:	7
Vivero:	8
Tareas previas al trasplante:	10
Laboreo del suelo:	10
Instalación de Mulching y cintas de riego:	10
Trasplante:	11
Tareas posteriores al trasplante	12
Cubiertas térmicas	12
Riego:	12
Esquema de riego:	13
Fertilización:	14
Esquema de fertilización:	15
Control de malezas:	16
Control de plagas y enfermedades:	18
Plagas:	18
Enfermedades:	20
Cosecha	24
Costos de producción:	28
Consideraciones finales:	30
Referencias Bibliográficas:	31

Introducción:

La sandía pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y las variedades cultivadas corresponden a la especie botánica *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai. Se presume que su origen se encuentra en África, donde aún hoy crece en forma silvestre. (Giaconi, 1989 como dice en Crawford, 2017).

La sandía es una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora si se le facilita un entutorado adecuado, propia de cultivos intensivos de secano y regadío. Gracias al cultivo forzado y a su protección en invernadero se ha ampliado el tiempo de su permanencia en el mercado, habiendo dejado de ser fruta exclusivamente de verano, al ser consumida casi todo el año. Posee una raíz primaria que alcanza un gran desarrollo y raíces secundarias de menor porte. Los tallos son herbáceos (blandos y verdes), tendidos, trepadores y largos; con zarcillos caulinares. Las hojas son pecioladas y lobuladas. (Reche, 2000).

Las flores son unisexuales estaminadas o pistiladas, es decir, los dos sexos coexisten en una misma planta monoica, diferenciándose fácilmente unas de otras porque las femeninas poseen un ovario ínfero que se aprecia notablemente. Generalmente es mayor el número de masculinas que femeninas. Son de color amarillo, solitarias, pedunculadas y axilares; atrayendo a los insectos por su color, aroma y néctar (flores entomógamas). (Pletsch, 2007; Reche, 2000).

La sandía es un pepónide (falsa baya) grande con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, generalmente liso, de color, forma y tamaños variables, esférico, ovalado más o menos largo y que puede llegar a los 20 kg de peso. No obstante, los tamaños más frecuentes oscilan entre 6-8 kg de peso (medianos). Pulpa más o menos dulce y color que va del rosa claro al rojo intenso. En su interior se encuentran gran número de semillas y un porcentaje de agua entre el 90% y 95%. La piel presenta diferentes colores según variedad cultivada, generalmente, de color verde claro a verde muy oscuro y reticulado, igualmente, más o menos oscuro. (Crawford, 2017; Reche, 2000).

La sandía es una especie de climas cálidos y secos. No prosperan adecuadamente en climas húmedos con baja insolación, y se producen fallas en la maduración y calidad de frutos. La humedad relativa óptima para el desarrollo de las plantas es de 65% - 75%, para la floración, 60% - 70% y para la fructificación, 55% - 65%. (Escalona et al., 2009).

La temperatura óptima para germinación es de 20-25° C, lo que hace que la semilla pueda germinar en el transcurso de 5-7 días. Si la temperatura del suelo es inferior a 15° C o superior a los 35-40° C de temperatura en el suelo, la germinación se dificulta. Para el desarrollo de la planta la óptima oscila entre 25 y 28° C, con temperaturas por encima de 35° C se produce una gran transpiración que, en ocasiones, y en las primeras fases de crecimiento, puede causar daños por deshidratación a las plantas. En cuanto a la floración, la temperatura óptima oscila alrededor de los 20° C. Igualmente, esta temperatura facilita la germinación del polen y la fecundación de la flor femenina. Durante la maduración de los frutos, la sandía prefiere temperaturas por encima de los 20° C. (Reche, 2000).

Son poco exigentes en suelo, aunque los mejores resultados en cuanto a rendimiento y calidad se obtienen en suelos con alto contenido de materia orgánica, profundos, aireados y bien drenados. Requieren un pH entre 6 y 7. Son plantas extremadamente sensibles a problemas de mal drenaje. (Escalona et al., 2009).

Se estima que la sandía extrae 120 kg de N; 55 kg de P₂O₅ y 165 kg de K₂O por hectárea para un rendimiento esperado de 50 tn ha⁻¹. (Ramos & Pomares, 2010).

La sandía se cultiva al aire libre, de manera forzada, bajo túneles y también es posible cultivar en invernaderos, tutorando las plantas. El ciclo dura entre 80 y 100 días después de la siembra (DDP). Exige altas temperaturas, es sensible a las heladas y las bajas temperaturas, por lo que, su cultivo al aire libre sólo es posible pasado el período de ocurrencia de heladas en la zona. Puede establecerse por siembra directa o, por almácigo y trasplante. En la actualidad la siembra directa no es usada por agricultores orientados al mercado. Los marcos de plantación más difundidos son 3m entre líneas por 2m entre plantas (1.666 pl ha⁻¹); 3m x 1,5 (2.222 pl ha⁻¹) o bien 3m x 1m (3.333 pl ha⁻¹). (Pletsch, 2007).

Independiente del tipo de sistema de producción, aire libre o túnel, en ambos se hace uso de acolchado plástico, polietileno. El acolchado (mulch) del suelo se utiliza principalmente debido a que permite lograr mayor temperatura, menor evaporación de agua y mejor control de malezas; también se obtiene mayor limpieza de frutos.

Las plantas de sandía necesitan bastante agua en el período de crecimiento y durante la maduración de los frutos. Puesto que las cucurbitáceas en general son muy sensibles a los encharcamientos, es el riego por goteo el que mejor se adapta al cultivo de sandía (Crawford, 2017).

La producción mundial de sandía ronda en 100.414.933 toneladas con una superficie de aproximadamente 3 millones de hectáreas, cuyo rendimiento promedio a nivel mundial es de 27,2 tn ha⁻¹. Actualmente Asia es uno de los principales continentes productores de sandías, con aproximadamente el 80% de la producción mundial, siendo para América 6,6%, Europa 6%, África 5,8% y Oceanía 0,2%.

Dentro de los principales 10 países productores de sandía, China encabeza la lista con 60.685.237 tn, siendo su superficie cosechada de 1.462.561 has, le siguen por muy lejos Turquía, India, Brasil, Argelia, Irán, Federación de Rusia, Estados Unidos de América, Egipto y México los cuales la producción oscila entre 1,3 a 3,8 millones de toneladas. (FAOSTAT, 2019).

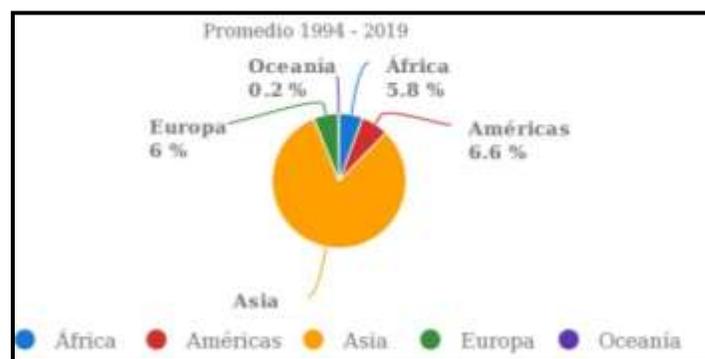


Figura 1: Proporción de producción de sandías por región
Fuente FAOSTAT (2021)

Brasil cuenta con una producción de 2.206.866 tn y una superficie cosechada de 98.489 has, con rendimientos promedios de 22,4 tn ha⁻¹. En Argentina, la producción de sandía es de 126.374 tn distribuidas en 9.068 ha con lo que se alcanza un rendimiento promedio de 13.9 tn ha⁻¹. (FAOSTAT, 2019).

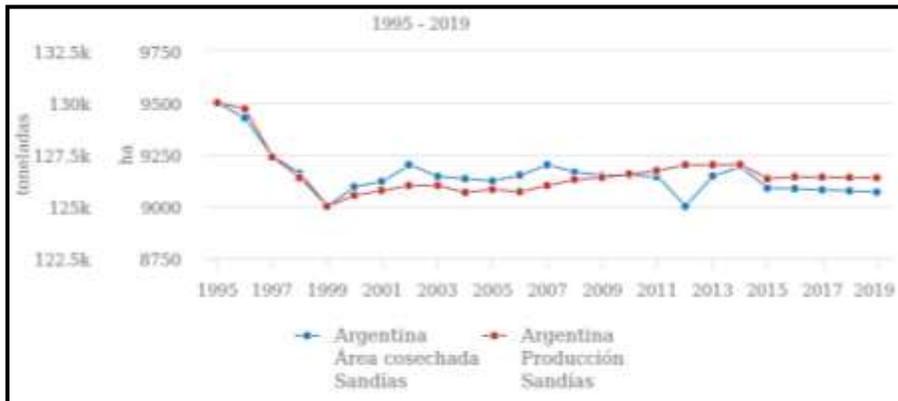


Figura 2: Producción/Rendimiento de sandías en Argentina
Fuente FAOSTAT (2021)

Las zonas productoras más importantes se encuentran en las provincias de Corrientes, Buenos Aires, Entre Ríos, Formosa. (Canteros & Molina, 2021).

A nivel comercial, Corrientes es la provincia que más sandía provee al Mercado Central de Buenos Aires, de las 12.900 toneladas que ingresaron en promedio durante 2001- 2020, el 35% proviene de Corrientes, seguidos por Buenos Aires (17%) y EntreRíos (16%). De acuerdo a datos del Ministerio de Producción de Corrientes la provincia de Corrientes produce unas 2.200 hectáreas, con un rendimiento de 21 ton. por hectárea. Los principales productores son: Concepción, Equina, San Roque, Monte Caseros, Bella Vista y Saladas. Los meses de mayor ingreso al Mercado Central de Buenos Aires (MCBA) van desde noviembre a febrero. La producción brasileña abarca un 12% y los meses en que ingresa son junio, julio y agosto. Período en que no ingresa producción nacional. (Canteros & Molina, 2021).

La estacionalidad relacionada con la oferta es causada por las variaciones climáticas de las estaciones del año. La temperatura y lluvia, o balances hídricos, sequías y heladas condicionan las épocas de plantación, desarrollo del cultivo y cosecha. La estacionalidad del ciclo productivo induce a la de la oferta del producto y, por lo tanto, del precio en diferentes niveles de comercialización. (Molina, 2021).

Según datos obtenidos del MCBA los mayores precios se obtienen en el mes de octubre llegando a \$ 53 el kilogramo. Particularmente en 2020, Corrientes no ha registrado ingresos de sandía en el MCBA durante ese periodo.

En el siguiente trabajo se realizó la conducción del cultivo de sandía para la obtención de primicia. Para ello se utilizó un manejo tecnificado con mulching plástico, realizando una fertilización

ajustada, riego localizado, el control integrado de malezas y protección contra heladas con manta térmica.

Objetivo general:

Realizar el entrenamiento en la práctica profesional a través de la conducción del cultivo de sandía bajo un manejo tecnificado propuesto en el Norte de la provincia de Corrientes.

Objetivos específicos:

- Obtener primicia del cultivo de sandía, en el mes de octubre de 2021.
- Medir la producción expresada en kg ha^{-1} al final del ciclo de cultivo.
- Determinar los sólidos solubles totales (SST) o °Brix mediante refractómetro de mano, como indicador de madurez.

Descripción de las tareas realizadas:

Se realizaron las siguientes actividades: revisión de la historia del lote. Laboreo de suelo. Muestreo de suelo. Fertilización de base y Alomado. Instalación del mulching plástico y sistema de riego. Siembra y obtención de plantines. Trasplante. Monitoreo y control de plagas y enfermedades. Control de malezas. Fertilización de cobertura. Cosecha y medición de los componentes del rendimiento y madurez.

Lugar de realización

El ensayo se realizó en el Centro Tecnológico de Producción (CETEPRO), que depende del Ministerio de Producción de la provincia de Corrientes, ubicado sobre Ruta Nac. N° 12 km 1032, Ciudad de Corrientes (27° 28' Lat. S y 58° 46' Long. O).



Figura 3: Imagen satelital del lote donde se realizó el presente ensayo.

Revisión historial del lote:

Como cultivo antecesor se cultivó zapallo Tetsukabuto desde agosto del 2020 a diciembre 2020. El sistema de siembra fue siembra directa, utilizando herbicida Glifosato.

Valor nutricional:

La sandía es un magnífico diurético, su elevado poder alcalinizante favorece la eliminación de ácidos perjudiciales para el organismo. Su composición está formada principalmente por agua (93%), por tanto, su valor nutritivo es poco importante. (Infoagro, 2002).

La sandía es fuente de provitamina A y vitaminas C y del complejo B, además de sales minerales como calcio, fósforo y hierro. Al ser muy hidratante (el 90% de su volumen es agua) y diurético, elimina los residuos del sistema digestivo y actúa como laxante. En las sandías de pulpa roja, el potasio, magnesio, fósforo y calcio son importantes, estando presentes los otros elementos como sodio, manganeso, zinc, cobre y hierro en cantidades más pequeñas. (Milanez & Dias, 2006).

La pigmentación roja de la pulpa viene dada por el licopeno, un carotenoide con actividad antioxidante. (Milanez & Dias, 2006).

Tabla 1: Valor nutricional de la sandía en 100 g de sustancia comestible. Fuente Infoagro (2002).

Valor nutricional de la sandía en 100 g de sustancia comestible	
Agua (%)	93
Energía	25-37.36
Proteínas (g)	0.40-0.60
Grasas (g)	0.2
Carbohidratos (g)	6.4
Vitaminas A (U.I)	590
Tiamina (mg)	0.03
Riboflavina (mg)	0.03
Niacina (mg)	0.2
Ácido ascórbico (mg)	7
Calcio (mg)	7
Fósforo (mg)	10
Hierro (mg)	0,5
Sodio (mg)	1
Potasio (mg)	100

Material Biológico utilizado:

Entre las variedades que se cultivan en Corrientes están “Crimson Sweet” de tipo redondo rayado y “Jubilee” de tipo rayado largo. Entre los híbridos existe un gran número de materiales con alto potencial genético. Entre los de formato oblongo o intermedio se pueden mencionar “Bárbara”, “Sweet Andina”, “Factor”, “Lara” y “Dumara” entre otros. Entre los de tipo redondo rayado se destacan “Amphion”, “Red Sensation”, etc. Actualmente también existen en el mercado cultivares de fruta sin semilla. (Canteros, 2016).

Como material experimental se utilizaron dos híbridos de sandía “Red Heaven” y “Eletta”, de la semillera “Seminis”, ambas proporcionadas por la agroquímica Agrodomo srl.

Red heaven: Sandía de frutos grandes y uniformes, resistente al transporte y con excelente sabor. Plantas vigorosas con excelente arranque, alta fructificación y buen follaje. Su ciclo es medio de 65 a 70 días en el verano y 90 a 95 días en invierno. Ideal para primicia, excelente germinación en frío. Planta vigorosa, con muy buen desarrollo de raíz, excelente follaje y cobertura, fruta redonda de buen calibre que mantienen la uniformidad en todos sus cortes. Peso promedio 13-14 kg, fruta de color verde oscuro con muy buena resistencia a las altas temperaturas y al quemado por el sol, pulpa roja intensa y altos grados brix. Excelente firmeza y postcosecha, resistencia alta a Antracnosis – *Colletotrichum orbiculare* – Race 1, Resistencia intermedia a *Fusarium oxysporum* f.sp Niveum: raza 1.

Eletta: planta vigorosa y de excelente cobertura foliar, gran poder germinativo y rápida emergencia ante bajas temperaturas de suelo. Muy buen comportamiento sanitario ante enfermedades foliares. Frutos alargados muy firmes y de gran tamaño, pulpa roja con pocas semillas. Material precoz y muy productivo, alta uniformidad y calidad de frutas, alto rendimiento comercial. Peso promedio del fruto entre 12 a 14 kg, brix promedio de 11°.



Figura 4: sandía Red heaven

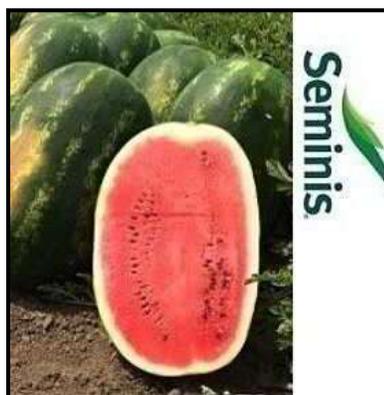


Figura 5: sandía Eletta.

Vivero:

Aquí lo que buscamos es obtener plántulas en época de heladas con un adecuado porte y sistema de raíces, de manera que se facilite una implantación exitosa en el lugar definitivo.

El día 22 de junio del año 2021 se sembraron las semillas de ambos híbridos, “Red Heaven” y “Eletta”, en bandejas de 25 celdas de 100 cc (28cm x 27cm x 9cm de alto), a razón de 1 semilla por celda. El sustrato utilizado fue un sustrato comercial compuesto por: turba de musgo Sphagnum, perlita, estabilizantes, y núcleo fertilizante de liberación controlada. En cuanto al riego, las bandejas fueron regadas todos los días mediante microaspersores.



Figura 6: Bandejas de germinación de 25 celdas de 100 cc (28cm x 27cm x 9cm de alto), Rellenas con sustrato comercial.



Figura 7: microaspersor de riego.

La frecuencia de los riegos está en función a las condiciones climáticas, pudiendo ser inter diarios, diarios e incluso, cuando las temperaturas están por encima de los rangos óptimos, dos veces por día. Se debe de verificar que el riego se aplique de manera homogénea sobre toda la bandeja, para no generar desuniformidad durante el desarrollo de los plantines. (Rodríguez, 2017).

Al cabo de 15 días después de la siembra (DDS), se midió el poder germinativo de ambos híbridos, para Red heaven fue de 72% y para Eletta de 58%.

Los días desde la siembra hasta el trasplante a campo van a depender de la variedad de sandía utilizada, y de los factores que afectan la germinación y el desarrollo adecuado de los plantines, como las condiciones ambientales, los nutrientes y la humedad del sustrato. En el caso del presente ensayo en las primeras semanas desde la siembra se registraron días con temperaturas medias por debajo de 15°C y mínimas por debajo de 5°C. Si bien estaban en invernadero este se mantuvo frío en esos días lo que hizo que se retrase la germinación y el desarrollo de los plantines, por lo tanto, también su trasplante.

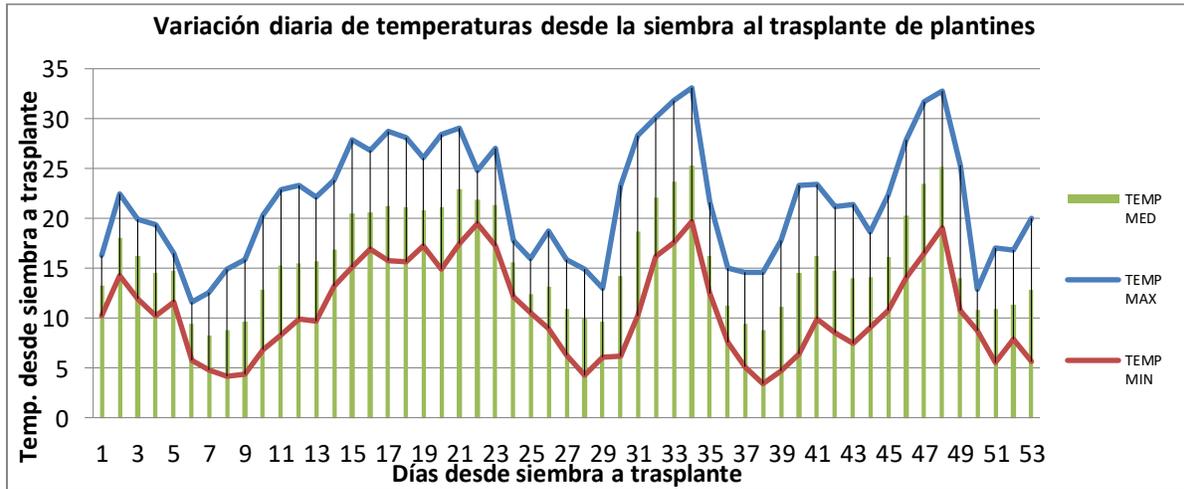


Figura 8: Variación diaria de temperatura desde siembra a trasplante de plantines. Datos obtenidos de la estación meteorológica del Instituto correntino del agua y el ambiente (ICAA).

A los plantines, de manera preventiva para evitar enfermedades causadas por hongos como el “Mal de los almácigos”, se les realizó la aplicación de un caldo fungicida compuesto de Propamocarb (72%, dosis: 250cm³/100 l de agua) y Carbendazim (50%, dosis: 100 cm³/100 l de agua), mediante pulverización con mochila. Modo de aplicación: se utilizó pastilla como hueco ajustando el pico para obtener gotas más grandes y localizar la aplicación en el cuello de las plántulas.



Figura 9: Aplicación de caldo fungicida al cuello de plántulas.

A los 45 DDS se pulverizó los plantines con un fertilizante foliar “Biocuatro” cuya dosis es 200 cm³ en 20 L de agua. Este es un bioestimulante a base de metabolitos de la fermentación de microorganismos, su función es estimular los procesos naturales de la planta. Contiene MO: 29,5%, N: 1,4%, P:0,1%, K: 7,3%, S:0,3%, Ph: 6, Pseudomonas sp, Micorrizas y Azospirillum. Modo de aplicación: pulverizando las hojas hasta punto rocío.

Tareas previas al trasplante:

Laboreo del suelo:

Un mes antes del trasplante se realizaron dos pasadas de rastra liviana. La construcción de los lomos de 50 cm de ancho y 20 cm de alto (figura 10), se llevó a cabo unos días antes del trasplante con ayuda de una asada. El cultivo sobre lomos facilita el desarrollo de las raíces, mejora la aireación y manejo del agua. Junto con la construcción de los lomos se realizó una fertilización de base con fosfato diamónico esparciéndolo al voleo manualmente.

Instalación de Mulching y cintas de riego:

Se utilizó riego localizado de alta frecuencia con cintas de goteo con goteros a 20 cm de distancia y tasa de flujo de 1,05 L/h (figura 10).

Mulching: El acolchado es una técnica que consiste en colocar sobre la mesa de plantación un material, de origen natural o artificial, que forme una cubierta para disminuir la evaporación del agua, proteger la cosecha de los daños por contacto con el suelo, controlar malezas y proteger de bajas temperaturas. Con el uso de acolchado se proveerá el alto requerimiento térmico de las cucurbitáceas, incrementando su masa radical y, por ende, la absorción de nutrientes. (Crawford, 2017).

En este ensayo se instaló mulching de color negro de 14 µ de espesor y 1 m de ancho (figura 10), asegurando de que quede bien sellado con el suelo en ambos lados del lomo.



Figura 10: Izquierda: lomo y cinta de riego, aún sin Mulching. Derecha: lomos con Mulching y arcos para colocación de manta térmica.

Trasplante:

El buen estado sanitario y vegetativo de la planta es importante para un arraigo seguro y buen desarrollo. La planta de sandía está en condiciones para ser trasplantada cuando presenta estas características:

- Ausencia de daños por plagas y enfermedades.
- Sistema radicular sano.
- Homogeneidad en altura y vegetación, tengan 2 hojas verdaderas y antes de que las raíces toquen las paredes del envase y las raicillas tiendan a dar vueltas alrededor del cepellón. Reche (2000).

El trasplante se realiza de manera manual en suelo en capacidad de campo y nunca en suelo seco, sobre todo cuando hay condiciones de alta temperatura que puedan generar deshidratación de los plantines. (Rodríguez, 2017). Actualmente la densidad más utilizada es la de 3.333 plantas por ha (3 m entre lomo y 1 entre plantas). (Canteros, 2016). Esta fue la densidad utilizada en el ensayo.

El trasplante se realizó a los 52 días después de la siembra (DDS) con tres hojas totalmente desplegadas. Se utilizaron 96 plantas en una parcela experimental de 216 m². La sandía no resiste el trasplante a raíz desnuda, por esto siempre se hace con pan de tierra.

Con la ayuda de un caño PVC se hicieron los hoyos distanciados a 1 m. Luego con mucho cuidado de no romper las raíces se retiraron los plantines de las bandejas y se colocaron en el hoyo haciendo presión para generar un buen contacto entre el suelo y las raíces de la plántula, tratando de no dañar al plantín.

Por último, con una regadera se realizó el riego de asiento hoyo por hoyo, con el fin de eliminar cámaras de aire, compactar el suelo y beneficiar el agarre de la plántula, junto con este se incorporó el bioestimulante “Biocuatro” (dosis 200 cm³ en 20 lts), para favorecer el enraizamiento.



Figura 11: izquierda: hoyado con caño PVC. Centro: Plantín listo para el trasplante con pan de tierra y 3 hojas completamente desplegadas. Derecha: Plantín después del trasplante.

Tareas posteriores al trasplante

Cubiertas térmicas:

Con el fin de proteger al cultivo de las bajas temperaturas y así permitir el desarrollo de la planta, primero se instalaron los arcos distanciados a 1,5 m, luego se colocó la manta térmica sujetando la misma en los extremos del lomo con estacas, procurando que quede bien tensa y en los costados con ayuda de una pala se sujetó con tierra para que el viento no abra el túnel.



Figura 12: Manta térmica

Riego:

El sistema de riego utilizado en este trabajo fue el riego por goteo o riego localizado, que ofrece diferentes ventajas:

- Economiza agua: ya que podemos ajustar la cantidad de agua de acuerdo a la evapotranspiración del cultivo y además disminuye pérdidas por conducción.
- Nos permite la aplicación de fertilizantes, aumentando la eficiencia de fertilización, y aplicación de fitosanitarios
- Disminuye la presencia de malezas ya que el agua se entrega de manera localizada a las plantas de sandía.
- Mantiene una humedad adecuada en el área de las raíces
- Mejora la producción y calidad de los frutos.
- Permite efectuar otras labores mientras se riega.

Este sistema de riego cuenta con un depósito de agua, tablero con controlador automático, bomba centrífuga de 7 HP de potencia, válvula de retorno, válvula de paso, filtro de anillas de 2 pulgadas, manómetro, válvula de alivio de 5 atm. También cuenta con un sistema de fertirrigación tipo Venturi. El agua es conducida a través de una red de tuberías y entregada a la planta por medio de goteros en forma de gotas.



Figura 13: esquema de riego por goteo.

Para producir sandías de buen tamaño y calidad es necesario mantener una razón óptima de crecimiento de las plantas. Si la planta de sandía crece bajo condiciones adversas por la falta de riego las sandías pueden tener formas irregulares o deformes, ser más pequeñas que el tamaño comercial y su apariencia interna ser poco atractiva. En la etapa de floración y formación de la sandía se requiere riego a intervalos frecuentes para mantener un crecimiento vigoroso. Una vez las sandías alcanzan el tamaño adecuado, de acuerdo al cultivar utilizado, se debe reducir el riego para facilitar la maduración y la acumulación de azúcares en la fruta. Regar en exceso durante la última etapa de crecimiento (después que las sandías han alcanzado los índices de cosecha) puede ocasionar hendiduras a las frutas. Por el contrario, un déficit excesivo de agua provoca escaldaduras solares. (Rivera, 2015)

Esquema de riego:

El riego fue variando según la etapa en la que se encontraba el cultivo (los días de lluvia contaron como riego).

Vivero:

- Durante el periodo de vivero el riego se realizó todos los días con aspersores durante 30 min asegurando la humedad constante de todas las celdas.

Campo:

- Días antes del trasplante se regó en profundidad hasta humedecer bien los lomos utilizando los goteros aportando humedad para el arraigo de las plantas.
- El día antes del trasplantar y luego del trasplante se realizó un riego, pero en estos casos más ligero.
- Las dos primeras semanas después del trasplante se regó 3 veces por semana, si bien es recomendable dejar unos días sin regar para favorecer el enraizamiento, en este caso por las condiciones climáticas presentes (alta demanda atmosférica y falta de precipitaciones), se decidió regar.
- En la tercer y cuarta semana se disminuyó el riego a una vez por semana, ahora si para favorecer el enraizamiento.
- A partir de la quinta semana, ya coincidiendo con el periodo de floración y fructificación se aumentó el riego entre 4 a 3 veces por semana durante 1hr.
- A partir de la semana 11 cuando los frutos estaban ya madurando y alcanzaron un tamaño

considerable se disminuyó el riego a 2 veces por semana para acumulación de azúcares.

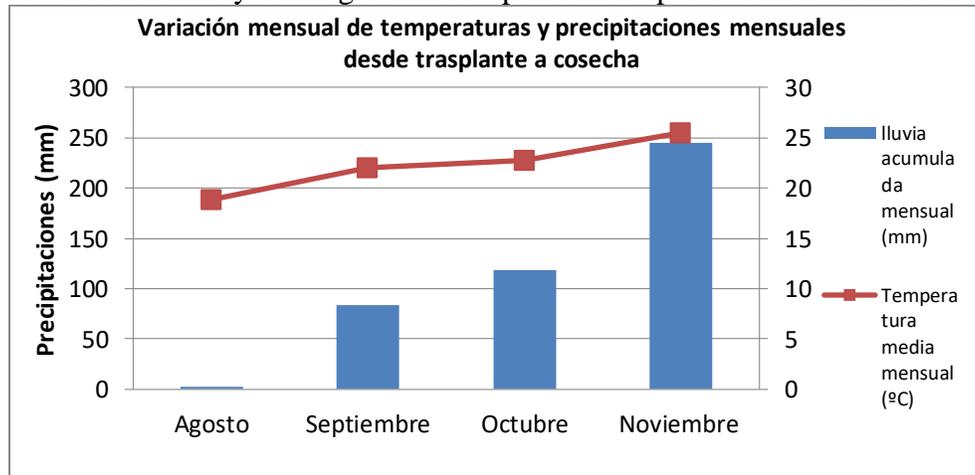


Figura 14: Precipitaciones mensuales y temperaturas medias mensuales desde el mes de trasplante al mes de cosecha. Datos obtenidos de la estación meteorológica del Instituto correntino del agua y el ambiente (ICAA).

Fertilización.

El potasio (K_2O), el nitrógeno (N), el fósforo (P_2O_5), el calcio (Ca) y el magnesio (MgO), y en este orden, son los elementos que en mayor proporción asimilan las plantas de sandía; además de otros microelementos, tomados en pequeña proporción, manganeso, hierro, zinc, boro, molibdeno, cobre, etc. Su falta produce enfermedades llamadas "carenciales". (Reche, 2000).

-Nitrogenados: El nitrógeno interviene en el desarrollo de la planta, incrementa la producción, aumenta el número de flores femeninas y, por consiguiente, el número de frutos, contribuye a la formación de proteínas y da un color verde intenso a las hojas. Su exceso perjudica la calidad de los frutos, ocasionando grietas en ellos, y favorece el excesivo desarrollo de la planta. Se ha de procurar, además, no excederse durante la floración, ya que puede favorecer el aborto de las flores. Igualmente, un exceso de nitrógeno en la maduración, hace insípidos los frutos, perjudicando también su conservación.

-Fosfóricos: El fósforo favorece el desarrollo de las raíces, estimula el crecimiento y la precocidad, favorece la floración y fructificación, mejorando la calidad de los frutos e interviniendo, principalmente, en el engrosamiento y calidad. La sandía es muy exigente en las primeras fases de su crecimiento, ya que influye en el desarrollo de su sistema radicular.

-Potásicos: El potasio interviene favoreciendo la formación de los azúcares dando un color rojo intenso a la pulpa, aumenta la dureza de los tejidos y proporciona calidad a los frutos. Regula el contenido de agua en las células, proporcionando a la planta resistencia a las heladas y la sequía (Reche, 2000).

Para realizar el ajuste de fertilización es conveniente conocer:

-El contenido de nutrientes que aporta el suelo, para ello se debe realizar un análisis de fertilidad. Si bien en el presente ensayo se realizó el muestreo de suelo, por cuestiones de fuerza mayor del laboratorio del CETEPRO, no se pudieron obtener los resultados.

-La extracción del cultivo de acuerdo al rendimiento esperado.

Con objetivo de obtener un rendimiento de 80 tn/ha, se calculó una extracción del cultivo por ha de 192 kg N, 88 kg P_2O_5 , 264 kg K_2O .

-La eficiencia de fertilización que es la fracción de la dosis del nutriente aplicado que es

recuperada por el cultivo. En este ensayo no se tuvo en cuenta la eficiencia. De todas maneras, se estima que en riego por goteo está alrededor del 90%.

Además de la demanda, conocer la curva de absorción es importante. Esto porque la curva de absorción permite al agricultor/técnico escoger la mejor época y dosis de fertilizante a ser aplicadas. Así son aplicadas dosis coincidentes con la extracción del cultivo en determinado intervalo de tiempo, minimizando pérdidas en el sistema suelo-planta-atmosfera y desequilibrios iónicos en el suelo. (Seminis, 2019).

Gráfico 1. Absorção acumulada de Macronutrientes na planta inteira. IPACER, Rio Paranaíba - MG (2018).

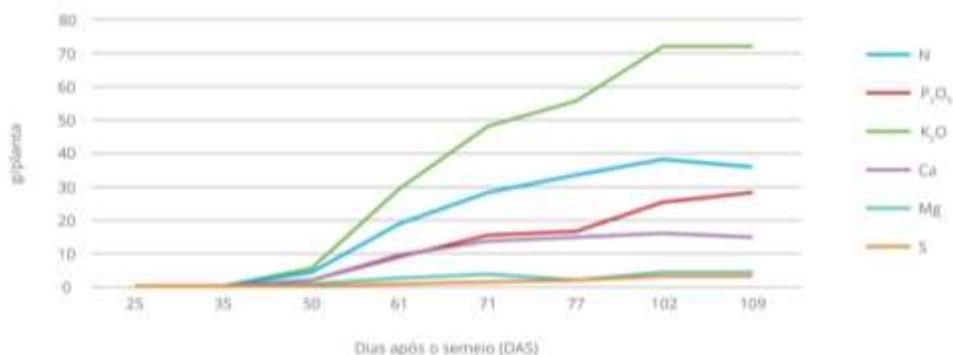


Figura 15: Gráfico de absorción acumulada de Macronutrientes en la planta entera días después de la siembra. (Seminis, 2019).

En el gráfico de la figura 15 se puede observar como la absorción de los macronutrientes comienza a aumentar a partir de los 50 días después de la siembra (DDS), siendo más pronunciada para el K₂O, seguida del N y P₂O₅. A medida que la planta va completando su ciclo la demanda de nutriente aumenta, siendo mayor al momento de llenado de frutos.

Esquema de fertilización:

Las fuentes utilizadas fueron: Fosfato diamónico, Nitrato de potasio y Calcio 20%.

Las dosis por hectárea de cada fertilizante para cubrir la demanda del cultivo para un rendimiento esperado de 80 tn/ha son las siguientes:

191 kg de DAP

600 kg de nitrato de potasio

304 L de calcio al 20%

-De base se aplicó 191 kg ha⁻¹ de Fosfato diamónico (18-46-0), aportó todo el P₂O₅ necesario y 34 kg de N ha⁻¹.

-A partir del mes después del trasplante hasta cosecha, siguiendo la curva de absorción para el K y N, se fraccionó la fertilización de 600 kg ha⁻¹ de Nitrato de potasio (13-0-46), en 8 aplicaciones a través de fertirriego, realizadas una vez por semana. Las primeras 3 fertilizaciones de 47 kg ha⁻¹ para floración y cuaje de frutos, seguidas de 5 fertilizaciones de 95 kg ha⁻¹ para crecimiento de frutos. Con esto cubrimos todo el K y 78 kg de N.

-El requerimiento de nitrógeno no se llegó a completar para las 80 tn esperadas.

-Para el caso del Ca también se fraccionó en 8 fertilizaciones por fertirriego de 38 L ha⁻¹ de Ca 20% (*Mainstay Calcio*) una vez por semana a partir del mes de trasplante. Se realizó también una aplicación foliar de aminoquelant-Ca dosis 3 L ha⁻¹, con mochila pulverizadora.

-Para los micronutrientes se realizó una fertilización foliar de (*Yogen 3*), dosis 20 g en 5 L de agua y más adelante otro fertilizante con micronutrientes (*Fructón*), dosis 50 g en 100 L.

Control de malezas:

Antes del trasplante las malezas ya fueron eliminadas con las dos pasadas de rastra en la preparación del suelo.

Al mes del trasplante con las plantas de sandías pequeñas, recién comenzando a guiar, y con las malezas empezando a cubrir el suelo, después de una lluvia se realizó un control manual eliminando las malezas desde raíz con la mano cerca del Mulching y en las calles con la ayuda de una azada.



Figura 16: Izquierda: desmalezado manual cerca del mulching. Derecha: cultivo después del desmalezado.

A medida que el cultivo fue cubriendo el suelo ya comenzó a ser más competitivo, pero se observó mucha abundancia de *Brachiaria sp*, por ello se aplicó Haloxyfop- p- metil 100 cm³/100 L y las demás malezas de hoja ancha de menor abundancia se eliminaron manualmente. En la figura 17 se puede observar el amarillamiento en *Brachiaria sp* luego de la aplicación del herbicida Haloxyfop- p- metil.

Se notó que en el lote de al lado donde no se controló *Brachiaria sp*, esta maleza sirvió para proteger los frutos de la quemadura del sol, en cambio donde sí se realizó el control se encontraron frutos con quemaduras de sol. Sin embargo, no se podría decir que el no control es beneficioso, ya que en caso de aplicación de algún fitosanitario foliar la maleza podría interferir en esta y también perjudica la cosecha de los frutos ya que es difícil verlos. La quemadura de sol podría solucionarse cubriendo los frutos con algún material, en este caso luego de ver frutos con quemaduras se cubrió los mismos con pasto. Una técnica más eficiente es cubrir los frutos con hojas de papel de impresión pegando las mismas con un engrudo preparado con harina y agua.



Figura 17: Izquierda: Brachiaria sp (maleza). Derecha: efecto del Haloxifop en Brachiaria sp.

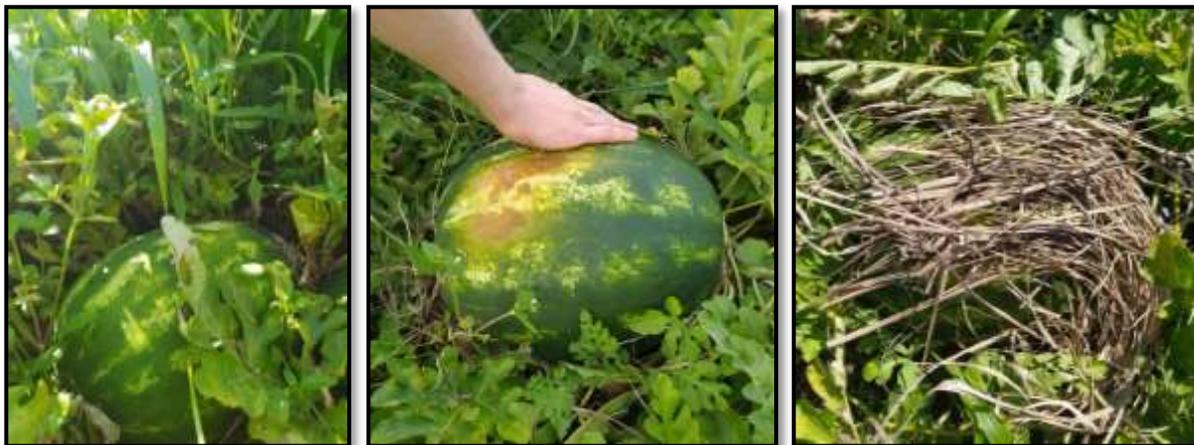


Figura 18: Izquierda: fruto sin quemaduras de sol en lote sin control de Brachiaria. Centro: fruto con quemadura de sol en lote donde se aplicó Haloxifop. Derecha: fruto cubierto con pasto para protección de quemado por sol.

Control de plagas y enfermedades:

Plagas:

Manejo Integrado de Plagas (MIP), se define como la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y la posterior integración de medidas apropiadas que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas y mantienen el empleo de plaguicidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados y que reducen al mínimo los riesgos para la salud humana, la salud animal o el medio ambiente. Con el MIP se hace hincapié en el crecimiento de cultivos sanos, perturbando lo menos posible los ecosistemas agrícolas y fomentando los mecanismos naturales de control de plagas. (OMS/FAO, 2015). Esta forma de manejo permite la producción de frutos de calidad con menor carga de plaguicidas y con menor riesgo ambiental y para la salud humana. (Crawford, 2017).

Principales plagas del cultivo de sandía:

-Arañuelas (*Tetranychus* sp): hembras de color rojo anaranjado a rojo oscuro, miden aproximadamente 0,5 mm, los estados inmaduros son de color verdoso y los huevos esféricos y amarillentos. Forman colonias en envés de las hojas que se las puede ver sin lupa. Las hojas ligeramente infestadas muestran manchas o erupciones pálidas transparentes; cuando éstas son gravemente infestadas se tornan completamente pálidas y se secan. Las hojas infestadas pueden estar recubiertas de estas telarañas. Las condiciones favorables para el incremento son temperatura alta, ambiente seco y estrés (falta de agua o nutrientes). Importante detección temprana para el control antes de que se formen telas que dificulten la llegada del producto. Enemigos naturales: ácaros. (Cáceres et al, 2011; Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas, 2005).

-Pulgones (*Aphis gossypii* (Sulzer) y *Myzus persicae* (Glover)): Insectos chupadores con forma de pera y cuerpo flexible con o sin alas y protuberancias en el abdomen. La hembra áptera mide 1,5 mm (*A. gossypii*) a 2,5 mm aproximadamente (*M. persicae*), de color verde claro a rojo (*M. persicae*) o verde amarillento a verde oscuro casi negro (*A. gossypii*). Se alimentan punzando las hojas y succionando la savia, como resultado las hojas se enrollan hacia abajo y se arrugan; prosigue el marchitamiento y la decoloración de la hoja. Su acción ocasiona la reducción de la calidad y cantidad de fruta. Las plantas gravemente infestadas se vuelven de color café y mueren. Producen sustancias azucaradas que forman fumagina, y también son transmisores de virus. Típicamente los áfidos se congregan en el envés de la hoja y en los brotes apicales. Enemigos naturales: *Diaeretiella rapae* (avispa parasitoide), *Cycloneda sanguinea* y *Eriopes connexa* (coleópteros predadores), entre otros. (Cáceres et al, 2011; Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas, 2005).

-Trips: Trips californiano de las flores (*Frankliniella occidentalis*). Los adultos de *Frankliniella occidentalis* miden 1.5 mm de largo, y sus ojos tienen un pigmento rojo. El color de la hembra varía de amarillo a café oscuro, mientras el macho siempre es de color amarillo pálido. Los huevos son depositados en el tejido de la planta. Las señales del daño incluyen manchas plateadas en las hojas que brillan en el sol y se agrandan cuando crecen las hojas. Se alimenta de cualquier planta que produzca flores, chupando sus fluidos. Además, es un vector importante de virus. Enemigos naturales: *Orius insidiosus* (chinche predadora) y ácaros fitoseidos del género *Amblyseius*. (Cáceres et al, 2011; Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas, 2005).

-Mosca blanca ((*Trialeurodes vaporariorum* (West) y *Bemisia tabaci* (Gennadius)): Son insectos pequeños (Hemiptera), de 1-2 mm que se encuentran en el envés de las hojas. Los huevos ovoides poseen un corto pedicelo y son depositados en el envés de las hojas formando un ángulo con la superficie de las hojas. Pasan por 4 estados ninfales. La ninfa más desarrollada 3 y 4 son visibles a simple vista. Además del daño directo (extracción de savia, inyección de toxinas) que debilita la planta y disminuye el rendimiento, la producción de sustancias azucaradas favorece la formación de fumagina que ennegrece el follaje y los frutos. También son vectores de diversos virus. Pueden estar presente todo el año, pero la época de expansión comienza en septiembre y continúa durante octubre y noviembre hasta finalización del cultivo. Enemigos naturales: Parasitoides: *Eretmocerus mundus*. Predadores: *Eriopes connexa*, *Cycloneda sanguinea* (coleópteros), *Allograpta exótica* (Diptera), entre otros. (Cáceres et al, 2011; Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas, 2005).

-Minador de las hojas (*Liriomyza* spp): El adulto es una mosca negra lustrosa con marcas amarillas variables que van de 1 a 1.8 mm de largo. Las larvas amarillentas y las pupas marrones. Insertan los huevos en las hojas, las larvas se alimentan del mesófilo y quedan protegidas entre las epidermis, creando una mina u horadación sinuosa. Los huevecillos, de cerca de 0.2 mm de largo, son en ocasiones visibles a través de la epidermis superior de la hoja. Las galerías tienen generalmente la forma de “S” y pueden estar agrandadas en el extremo. En las hojas más dañadas, se reduce grandemente la eficacia fotosintética y las plantas pueden perder la mayor parte de sus hojas. Si esto sucede al comienzo del periodo de fructificación, la defoliación podría reducir el rendimiento y el tamaño del fruto. Además, las hojas infestadas constituyen un hábitat propicio para las bacterias y los patógenos fúngicos de las plantas. (Cáceres et al, 2011; Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas, 2005)

Plagas de suelo:

-Gusanos cortadores: Incluye larvas de numerosos lepidópteros que atacan en primavera, alimentándose por la noche y se entierran en el suelo durante el día. Si ataca a sandía lo hace en los primeros días después del trasplante, cortando plantas a nivel de cuello y hojas más cercanas al suelo, cada larva puede dañar total o parcialmente tres o cuatro plantas en la hilera. Si ataca cerca de cosecha, los daños afectan a una fina capa de la corteza o cáscara no influyendo en sus características organolépticas, pero si en su aspecto externo. Temperaturas superiores a 30 °C y humedades relativas altas disminuyen su actividad. (Crawford, 2017).

-Nemátodos (*Meloidogyne* spp): Afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces. Penetran en las raíces desde el suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Los huevos eclosionan en el suelo o hibernan en espera de temperaturas más cálidas. El ciclo vital dura menos de 30 días. Producen obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, lo que implica menor desarrollo de la planta y aparición de síntomas de marchitez, clorosis y enanismo. Interaccionan con otros patógenos, bien como vectores de virus, o de forma pasiva facilitando la entrada de bacterias y hongos por las heridas que han provocado. (Cáceres et al, 2011; Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas, 2005).

Enfermedades:

Las enfermedades afectan el desarrollo y la producción de los cultivos. Para que se produzca la enfermedad deben darse tres factores: hospedante susceptible, patógeno virulento y condiciones ambientales favorables para la infección. La forma óptima de controlar la enfermedad consiste en utilizar herramientas disponibles en forma integrada (monitoreo, diagnóstico, control químico, físico, cultural y biológico). Las enfermedades pueden ser causadas por agentes bióticos llamados patógenos (hongos, bacterias y virus), o abióticos (desórdenes nutricionales, genéticos, daños por herbicidas, etc). (Obregón, 2017).

Principales enfermedades de la sandía:

En la etapa inicial, las plántulas son susceptibles a hongos del suelo como Mal de los almácigos o Damping-off, son un complejo de hongos (*Phytophthora* spp, *Pythium* spp, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium* spp, otros), que pueden ocasionar podredumbre de semillas en pre-emergencia, podredumbre de cuello y raíces, marchitamiento y muerte de las plántulas en post-emergencia. Las condiciones predisponentes son suelos húmedos y temperaturas cálidas.

En la etapa de desarrollo aparecen enfermedades como:

-Mildiu (*Pseudoperonospora cubensis*): Los síntomas son manchas oscuras, irregulares, rodeadas de un halo clorótico. Muchas veces comienzan en los márgenes. Las manchas se extienden y se unen para formar grandes áreas de tejido muerto, tomando aspecto de quemado. Puede provocar defoliación prematura. En la cara inferior, independiente de la especie, se forma un moho de color blanco-grisáceo a oscuro (signo), de aspecto aterciopelado, que corresponde a la esporulación del hongo. Las condiciones predisponentes son alta humedad o rocío y temperaturas entre 15-20°C. (Obregón, 2017). Los tratamientos pueden ser preventivos o curativos, iniciándose cuando se prevean condiciones climáticas propicias para la infección o al inicio de ésta. (Reche, 2000).

-Antracnosis (*Colletotrichum* sp): Los síntomas en hojas sandía son, manchas irregulares de color marrón rojizo a oscuro, rodeadas de un halo clorótico, algo hundidas y de aspecto aceitoso. En tallos aparecen lesiones bronceadas, alargadas y hundidas. Bajo condiciones de alta humedad, sobre las lesiones, se forman masas de esporas de color salmón (signo). Las condiciones predisponentes son climas húmedos y lluviosos. Se diseminan por el agua de lluvia, el viento y los operarios. (Obregón, 2017).

-Fusariosis (*Fusarium* spp): Marchitamiento de la planta entera o de algunas guías. Los síntomas comienzan en las hojas viejas, al principio adquieren un color verde opaco, luego se marchitan, se secan y al poco tiempo la planta muere. Se observa oscurecimiento del tejido vascular al cortar transversalmente el tallo y raíz principal. Sobre las guías pueden aparecer estrías necróticas con exudado color pardo. Las condiciones predisponentes son alta temperatura ambiente, épocas de sequía, suelo arenoso ligeramente ácido (pH 5-6), con bajo contenido de humedad. (Obregón, 2017).

-Oídio (*Erysiphe cichoracearum* – *Sphaerotheca fuliginea*): A medida que la enfermedad avanza, la hoja se vuelve por parte amarilla, y en casos extremos puede marchitarse y morir. Hay defoliación temprana y los frutos sufren daños por escaldaduras. Sobre ambas caras de la hoja se forman colonias de moho blanco. Las condiciones predisponentes son alta humedad relativa, temperatura entre 20-27°C y baja luminosidad. (Obregón, 2017). Por desarrollarse el micelio del hongo en la superficie de los tejidos, su control no es tan difícil como en otras enfermedades de desarrollo interno. (Retche, 2000).

-Marchitez Gomosa del tallo (*Didymella bryoniae*): Sobre los tallos y peciolo se forman manchas color marrón claro, alargadas (cancros), que se agrietan y exudan una goma color óxido. En estos lugares el tallo se pudre, se estrangula y muere. En las hojas se observan manchas oscuras, que generalmente comienzan en los márgenes y rápidamente se agrandan hasta cubrir la hoja entera. Las condiciones predisponentes son clima cálido y húmedo, primavera lluviosa. (Obregón, 2017).

Enfermedades no infecciosas:

-Problemas de polinización: Frutos deformes, curvados con estrechamientos. Las condiciones predisponentes son temperatura por encima de 32°C durante la floración. (Obregón, 2017). La receptividad de las flores femeninas se extiende desde dos días antes hasta dos días después de anthesis en condiciones climáticas óptimas. Durante este período es fundamental que la temperatura favorezca el desarrollo del tubo polínico, requiriéndose 18 °C como mínimo. (Crawford, 2017).

-Escaldaduras: Los frutos afectados desarrollan una mancha necrótica blanca rodeada de un halo amarillo. Las lesiones aparecen hundidas y en poco tiempo se cubren de hongos oportunistas. Las condiciones predisponentes son alta radiación, una poda fuerte, enfermedades o plagas que provoquen defoliación. (Obregón, 2017).

-Blossom end rot o pudrición apical del fruto: Es un trastorno fisiológico común que ocurre en el fruto del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Pimiento (*Capsicum annuum* L.), berenjena (*Solanum melongena* L.) y sandía [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsun y Nakai]. Está relacionada con muchos factores, entre ellos: alta salinidad, alto contenido de magnesio (Mg), amonio (NH₄) y/o concentración de potasio (K), desarrollo inadecuado del tejido del xilema, tasa de crecimiento acelerada, relaciones de humedad desfavorables (alta, baja o fluctuante), calcio (Ca) del suelo soluble bajo, temperatura alta y transpiración alta y baja, pero la causa subyacente de este trastorno es una cantidad inadecuada de Ca en el extremo final del fruto.

Los síntomas se hacen evidentes por primera vez como un área húmeda en el extremo final del fruto, el área generalmente se desarrolla rápidamente que resulta en una mancha coriácea, ennegrecida, seca y hundida. Los efectos pueden deberse a la capacidad limitada de la planta para regular la distribución interna de Calcio, en particular el flujo continuo hacia los órganos con baja transpiración y crecimiento rápido como los frutos. (Taylor y Locascio, 2004).

En el presente ensayo se realizó un monitoreo de las plagas y enemigos naturales dos veces por semana, estableciendo estaciones de muestreo. En este caso al ser un ensayo pequeño se establecieron 12 estaciones de muestreo en los 216 m². En cada estación se tomó una planta como unidad de muestra, de la cual se observó 3 hojas viejas, 3 hojas jóvenes y 3 flores. Se seleccionaron al azar y se marcaron 3 plantas por lomo (4 lomos).

Para el monitoreo de insectos se confeccionó una planilla con las doce estaciones de muestreo y los insectos a evaluar: Pulgones, Arañuelas, Trips, Mosca blanca, Minador, Orugas y sus enemigos naturales.

También se colocaron trampas cromáticas (método indirecto), estas trampas se basan en la atracción que tienen ciertos insectos por determinados colores, las amarillas para pulgones, moscas blancas y dípteros, y las azules para trips. Las trampas fueron colocadas a la altura del cultivo y se colocaron 3 trampas amarillas y 3 azules distribuidas en el lote de 216 m² con el objetivo de detectar presencia. Estas trampas anticipan los primeros incrementos de población de las plagas, además dependiendo el número pueden reducir la cantidad de adultos y así se reduce la presencia de larvas.



Figura 19: Izquierda: trapeo de insectos con trampas cromáticas amarillas y azules. Derecha: trampa amarilla con dípteros y moscas blancas.

Las plagas que se fueron presentando en el monitoreo fueron: Arañuelas rojas, Pulgones y Trips. También se encontraron hojas con galerías del minador de las hojas, pero solo en unas pocas plantas. Si bien en las trampas cromáticas se hallaron moscas blancas, en el monitoreo de plantas no se observó presencia de la misma.



Figura 20: Izquierda: Pulgones en hoja de sandía. Derecha: Trips en flor de sandía.

Control químico para plagas:

Después del trasplante para prevenir la presencia de gusanos cortadores se aplicó Deltametrina 10% (dosis 40 ml/ha), junto con fungicidas Propamocarb 72% (dosis de 250 cm³/100 L) y Carbendazim 50% (100 cm³/100 L) para prevenir enfermedades fúngicas como el mal de los almácigos. La aplicación se realizó con mochila pulverizadora con pastilla cono hueco ajustando el pico para obtener gotas más grandes, dirigiendo la aplicación al cuello del plantín procurando humedecer bien el suelo alrededor de la planta.

30 días después del trasplante (DDT) se detectó la presencia de pulgones en casi todos los puntos de muestreo y una alta densidad en focos, por ello se decidió aplicar el producto sistémico Imidacloprid 35% (dosis 1,5 l/ha), con el cual se observó una alta efectividad en el control. Junto con este también se empleó Abamectina 1,8% (dosis 4 l/ha) de manera preventiva para nemátodos, ya que el lote ya venía con problemas de esta plaga. El modo de aplicación fue a través de riego por goteo.

34 DDT se observó presencia de Arañuela roja en más del 30% de las plantas muestreadas, para ello se pulverizó Abamectina 1,8 % (dosis 80 cm³/ 100 L) con motomochila procurando humedecer y cubrir bien las hojas ya que este es un producto translaminar.

44 DDT se detectó la presencia de Trips en flores, más de 5 Trips por flor, en este caso se decidió utilizar dentro de lo disponible, un insecticida con menor toxicidad para las abejas ya que estas son muy importantes en la polinización del cultivo de sandía. El producto utilizado fue Spinosad 48% (dosis 10 cm³/100 L), la aplicación se realizó con mochila pulverizadora dirigiendo la misma a las hojas y preferentemente a las flores. Diez días después de esta aplicación se volvió a observar más de 5 Trips por flor, pero se decidió no aplicar debido a que se esperaba una lluvia.

Control de enfermedades:

En cuanto a las enfermedades infecciosas en casi todo el ciclo del cultivo no hubo problemas con las mismas. Solo se aplicó de manera preventiva los fungicidas Propamocarb y Carbendazim a los plantines antes (vivero) y después del trasplante. También se aplicó Captan 83% (dosis 150 g/hl) a los 74 DDT cuando se dieron las condiciones ambientales favorables para Antracnosis y Mildiu (alta humedad por lluvias y temperaturas templadas), utilizando mochila pulverizadora.

Ya cerca de cosecha luego de una lluvia se observaron manchas de Antracnosis, pero debido a las condiciones climáticas no se pudo realizar el control, lo que trajo como consecuencia una importante reducción del área foliar en ciertas áreas del cultivo, dejando a los frutos susceptibles a escaldaduras.

En el caso de las enfermedades no infecciosas si bien se fertilizó con Ca, se encontraron varios frutos con pudrición apical, esto puede deberse a la poca movilidad del Ca en la planta y en especial a los frutos que transpiran poco y crecen rápido.

También unos pocos frutos presentaron deformaciones posiblemente por falla en la polinización. Por otro lado, varios frutos al no estar protegidos del sol presentaron escaldadura. Después se los cubrió con pasto seco. Lo ideal es cubrir desde un principio los frutos con algún material para evitar este problema.



Figura 21: Blossom end rot o pudrición apical del fruto.



Figura 22: Fruto deforme, curvado.



Figura 23: Izquierda: manchas de Antracnosis (*Colletotrichum* sp). Centro: Antracnosis avanzada en hoja. Derecha: pérdida de área foliar por Antracnosis

Cosecha

La sandía es un fruto que se consume maduro, el índice de madurez esta dado fundamentalmente por el contenido de azúcares, medido a través de los sólidos solubles, grados Brix y otra serie de características: ruido sordo al golpear la cáscara, pedúnculo seco del fruto, mancha basal del fruto, parte en contacto con el suelo ha pasado de color blanco a crema. Dadas las otras características descritas para identificar madurez en el fruto de la sandía, una práctica de campo razonable es el correcto uso de refractómetro calibrado y bien mantenido al iniciarse el período de cosecha. (Crawford, 2017)

Estos frutos se cosechan a mano, ya que poseen cáscara tierna que se daña fácilmente durante la cosecha y el acondicionado. Por tanto, todas las operaciones de manejo deben realizarse cuidadosamente para prevenir daños en la cáscara y pérdida de la calidad visual de la fruta, mayor deshidratación y de podredumbres. Para reducir estos daños físicos es fundamental minimizar el manipuleo de los frutos durante su manejo. (Escalona et. al., 2009)

En el presente ensayo la cosecha se realizó de forma manual utilizando un cuchillo bien afilado y dejando aproximadamente 3 cm de pedúnculo en el fruto para prevenir pudrición. Se realizaron 3 cosechas, la primera el 11 de noviembre, a los 90 DDT y las siguientes pasando una semana. Si bien el objetivo era cosechar en octubre para obtener primicia, lo que ocurrió fue que, al retrasarse la germinación por falta de temperatura, esto hizo que se retrase el trasplante y a su vez la cosecha.

Los criterios de madurez que se tuvieron en cuenta fueron:

- sonido hueco al golpear los frutos con los dedos,
- zarcillo opuesto al fruto secándose pasando de un color verde a marrón,
- parte del fruto en contacto con el suelo pasa de color blanco a amarillo claro



Figura 225: cosecha de frutos maduros.



Figura x: fruto maduro con parte en contacto con el suelo de color amarillo.

Como parte del proceso para determinar la etapa de madurez en que se encuentran las frutas, se deben cosechar algunas de las frutas que ya se considerarían maduras de acuerdo a los criterios anteriores. El muestreo de frutas se debe llevar a cabo en diferentes lugares del predio. Las frutas se deben abrir en el campo para evaluar su calidad interna; su pulpa se evaluará en cuanto a color, textura y sabor (incluyendo su contenido de azúcar). Si se confirma que las frutas seleccionadas ya se encontraban realmente maduras, es muy probable que otras en el mismo predio con características similares también lo estén. (Fornaris Rullán, 2015).

Es importante cosechar las frutas en el estado correcto de madurez, preferiblemente cuando ya se encuentren completamente maduras. En esta etapa deben de haber alcanzado un buen nivel de azúcar en su pulpa, pero debemos de tratar de evitar que alcancen la etapa de sobremaduras. En términos generales, un contenido de sólidos solubles preferiblemente de 9-10% (siempre más de 8%) cerca del centro de la pulpa de la sandía es un indicador de que la fruta está adecuadamente madura, siempre y cuando que su pulpa también se encuentre firme, crujiente y de buen color. (Fornaris Rullán, 2015).

Una vez recolectados los frutos se evaluó:

- **Número total de frutos:** Se contabilizó el número total de frutos cosechados de cada híbrido (Red heaven y Eletta), incluyendo a los frutos no comerciales como aquellos inmaduros, con daños, defectos severos o pudrición. Se consideró fruto no comercial aquel que tenga un peso por debajo de 7 kg. Con los datos del número total de frutos se calculó el número total de frutos por planta y descontando los frutos no comerciales se calculó los frutos comerciales por planta.
- **El peso de los frutos (kg):** Para ello se pesaron todos los frutos cosechados de ambos híbridos y se sacó un promedio. Luego se determinó el rendimiento en kg/ha. En este caso para determinar el rendimiento se tuvieron en cuenta solo los frutos comerciales.
- **Diámetro y longitud de los frutos (cm):** El diámetro y longitud fueron medidos, en todos los

frutos cosechados, con una cinta métrica.

- **Grados brix:** Se midieron los grados brix con un refractómetro de mano que determina los sólidos solubles y nos indica el contenido de azúcares. Para esto se seleccionaron al azar 3 frutos comerciales de cada híbrido, uno en cada cosecha. Las lecturas de los brix se hicieron en el centro del fruto y en el borde, colocando unas gotas de jugo en el refractómetro. Luego se calculó el promedio de los frutos medidos.



Figura 26: Frutos no comerciales, a la izquierda fruto deforme con pudrición apical, en el centro fruto inmaduro con pulpa rosa y a la derecha fruto con pudrición.



Figura 27: determinación del peso y diámetro del fruto.



Figura 28: Izquierda: Refractómetro de mano. Centro: Refractómetro con gotas de jugo de sandía. Derecha: Escala de medición mostrando los grados brix en la línea de frontera

Resultados.

La siguiente tabla muestra por un lado los datos obtenidos en el ensayo en cuanto al total de frutos, frutos comerciales, promedio del diámetro, longitud y peso de los frutos, y por otro lado los resultados en cuanto a rendimiento pasado a hectárea, el número total de frutos por planta teniendo en cuenta los frutos no comerciales, el número de frutos comerciales por planta y por último el promedio de los grados brix tanto para el centro y bordes de los frutos.

Tabla 2: Resultados obtenidos de la parcela experimental en 216 m² y por hectárea (ha).

	Red heaven	Eletta
Número total de frutos (comerciales + no comerciales)	124	93
Número de frutos comerciales	95	81
Promedio del diámetro del fruto (cm)	80,4	76
Promedio de longitud del fruto (cm)	28,5	35
Peso promedio del fruto (kg)	11,2	12
<hr/>		
Rendimiento (kg/ha)	51.294	67.626
Número total de frutos por planta	2,6	2
Número de frutos comerciales por planta	2	1,7
Promedio Brix (°bx)	CENTRO 11 BORDE: 10	CENTRO 12 BORDE 9

Costos de producción.

En la tabla 3 se pueden ver los ingresos por ventas los cuales se calcularon multiplicando el rendimiento por el precio de venta, el costo directo calculado en la tabla 4 y el margen bruto como resultado de la diferencia entre ingresos y costos.

Tabla 3: Margen bruto de la producción de sandía bajo manejo tecnificado.

Híbridos	Rendimiento (kg)	Precio por kg fruto	Ingreso por venta	Costos directos	Margen Bruto
Red heaven	51.294	\$ 45,50	\$ 2.333.877	\$ 1.143.562,5	\$ 1.190.314,5
Eletta	67.626	\$ 45,50	\$ 3.076.983	\$ 1.143.562,5	\$ 1.933.420,5

Los precios de venta se obtuvieron del mercado central de Buenos Aires (MCBA), considerando las fechas de las tres cosechas: 11/11/21, 18/11/21, 24/11/21, donde los precios por kilogramo de fruta fueron \$50, \$48 y \$38,5 respectivamente. De estos se sacó un promedio dando como resultado \$45,5/kg fruta.

Se consideraron los costos directos como insumos y mano de obra, sin tener en cuenta los costos de comercialización, amortizaciones, impuestos, intereses, etc.

Para calcular el costo directo se tuvo en cuenta el precio calculado para una hectárea de todos los insumos utilizados: mulching, cinta de riego, manguera, conectores, manta térmica, semillas, bandejas, sustrato, fertilizantes, agroquímicos, etc. Se tomó el precio del dólar para el mes de agosto 2021, el cual fue de \$170.

La mano de obra: Los jornales fueron obtenidos de la UATRE (Unión Argentina de trabajadores Rurales y Estibadores).

Para el mes de julio el jornal para peones generales de \$1.759,72, para los meses de agosto en adelante, el jornal para peón general es de \$2.272,68 y para tractorista es \$2.535

Considerando:

- Para la siembra y aplicación de fitosanitarios en vivero 2 jornales (2 peones en 1 día).
- Para arado del suelo 1 jornal (1 tractorista en 1 día).
- Para alomado y fertilización con DAP 10 jornales (10 peones en 1 día).
- Para instalación de cinta de goteo y mulching 10 jornales (10 peones en 1 día).
- Para colocación de manta térmica 4 jornales (4 peones en 1 día)
- Para el trasplante y riego de asiento 10 jornales (10 peones en 1 días).
- Para fertirrigación de nitrato de potasio y calcio, 6 jornales (8 fertilizaciones de 3 hs cada fertilizante)
- Para control manual de malezas 8 jornales (8 peones en 1 día)
- Para cosecha 21 jornales (teniendo en cuenta que son 3 cosechas se consideró un promedio de 7 peones por cosecha)

La siguiente tabla (Tabla 4), muestra los costos de producción para un manejo tecnificado del cultivo de sandía.

Tabla 4: Costos de producción de una hectárea de sandía bajo manejo tecnificado. Teniendo en cuenta el precio del dólar estadounidense a \$170.

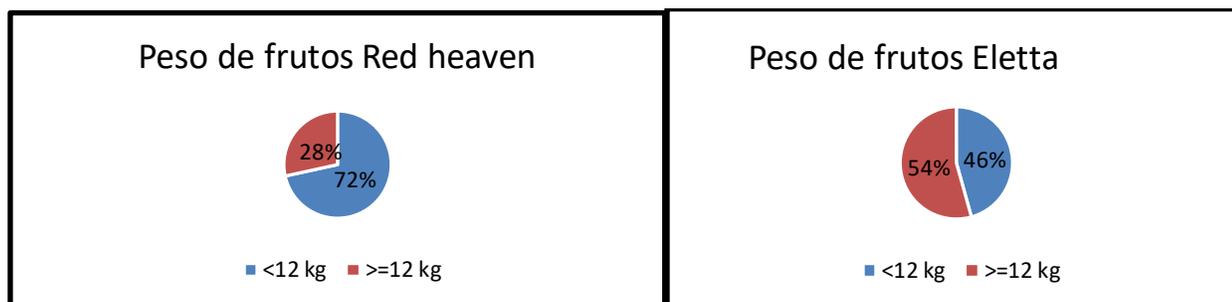
Insumos	Unidad	Cantidad por ha	Costo unitario (US\$)	Costo total (US\$)	Costo en pesos
Arado de suelo	Pasadas	2	\$ 32,35	\$ 64,70	\$ 10.999,0
tractorista	jornal	1	\$ 14,90	\$ 14,90	\$ 2.533,0
alomado y fertilización con DAP	jornal	10	\$ 13,37	\$ 133,70	\$ 22.729,0
fosfato diamónico (fertilización de base)	25 kg	191	\$ 36,27	\$ 277,10	\$ 47.107,5
instalación mulchin y cinta de goteo	jornal	10	\$ 13,37	\$ 133,70	\$ 22.729,0
mulching 14μ (1 m de ancho)	1000 m	3333	\$ 122,40	\$ 407,96	\$ 69.353,1
cinta de goteo	2700 m	3333	\$ 241,00	\$ 297,50	\$ 50.575,2
conector	1	33	\$ 0,43	\$ 14,19	\$ 2.412,3
manguera negra 1,5"	100 m	100	\$ 58,80	\$ 58,80	\$ 9.996,0
colocación manta térmica	jornal	4	\$ 13,37	\$ 53,48	\$ 9.091,6
manta térmica (2m de ancho)	1000 m	3333	\$ 385,91	\$ 1.286,24	\$ 218.660,5
Siembra y aplicación de fitosanitarios en vivero	Jornal	2	\$ 10,35	\$ 20,70	\$ 3.519,0
bandejas de 25 celdas de 100cc	1 bandeja	134	\$ 1,04	\$ 139,36	\$ 23.691,2
semillas híbridas	1000 semillas	3333	\$ 66,69	\$ 222,28	\$ 37.787,2
sustrato	1bolsa(80 lts)	4	\$ 15,35	\$ 61,40	\$ 10.438,0
fungicida preventivo (Propamocarb 72%)	1000 cm3	286	\$ 59,80	\$ 17,10	\$ 2.907,5
fungicida preventivo (Carbendazim 50%)	1000 cm3	190	\$ 9,23	\$ 1,75	\$ 298,1
fertilizante foliar (Biocuatro)	1000 cm3	190	\$ 18,39	\$ 3,49	\$ 594,0
Transplante	jornal	10	\$ 13,37	\$ 133,70	\$ 22.729,0
Enraizador (Biocuatro)	1 L	10	\$ 18,39	\$ 183,90	\$ 31.263,0
Fertirrigación (kNO3 y Ca)	jornal	6	\$ 13,37	\$ 80,22	\$ 13.637,4
Nitrato de Potasio	25 kg	600	\$ 60,33	\$ 1.447,92	\$ 246.146,4
Calcio 20%	20 L	304	\$ 49,41	\$ 751,03	\$ 127.675,4
Aplicación micronutrientes y Ca foliar	jornal	3	\$ 13,37	\$ 40,11	\$ 6.818,7
Aminoquelant-Ca	5 lts	3	\$ 35,00	\$ 21,00	\$ 3.570,0
Yogen (Micronutrientes)	2	1	\$ 29,41	\$ 14,71	\$ 2.500,0
Fructon (Micronutrientes)	1000 g	600	\$ 36,40	\$ 21,84	\$ 3.712,8
Control manual de malezas	Jornal	8	\$ 13,37	\$ 106,96	\$ 18.183,2
Control de plagas, enfermedades	Jornal	9	\$ 13,37	\$ 120,33	\$ 20.456,1
Fungicida preventivo (Propamocarb 72%)	1000 cm3	2000	\$ 59,80	\$ 119,60	\$ 20.332,0
Insecticida (Deltametrina 10%)	1000cm3	40	\$ 48,01	\$ 1,92	\$ 326,5
Fungicida preventivo (Carbendazim 50%)	1000 cm3	300	\$ 9,23	\$ 2,77	\$ 470,7
Insecticida (Imidacloprid 35%)	1	1,5	\$ 14,70	\$ 22,05	\$ 3.748,5
Insecticida (Abamectina 1,8%) nematodos	1l	4	\$ 19,55	\$ 78,20	\$ 13.294,0
Insecticida (Spinosad 48%)	1000 cm3	57	\$ 471,25	\$ 26,86	\$ 4.566,4
Insecticida (Abamectina 1,8%) araña	1000 cm3	600	\$ 19,55	\$ 11,73	\$ 1.994,1
Herbicida (Haloxifop 54%)	5000 cm3	300	\$ 231,00	\$ 13,86	\$ 2.356,2
Fungicida (Captan 83%)	1kg	2	\$ 19,50	\$ 39,00	\$ 6.630,0
Cosecha	jornal	21	\$ 13,37	\$ 280,77	\$ 47.730,9
Total				\$ 6.726,84	\$ 1.143.562,5

Consideraciones finales

Si bien los frutos estaban con un tamaño comercial adecuado en el mes de octubre, estos no cumplían con los parámetros de madurez antes mencionados, por lo que se tomó la decisión de esperar dos semanas más para cosechar. Este atraso en la época de cosecha pudo deberse al retraso en germinación y desarrollo de plantines por las bajas temperaturas, pudiendo cosechar los frutos maduros recién en noviembre con un precio inferior.

Mediante este manejo tecnológico los rendimientos obtenidos para ambos híbridos fueron para Red heaven 51,3 tn/ha y para Eletta 67,6 tn/ha, esto es tres veces mayor al rendimiento promedio en Corrientes que es 21 tn. No obstante, el objetivo de 80 tn/ha no se alcanzó probablemente por no haberse completado el plan de fertilización de Nitrógeno.

Para el peso promedio del fruto la bibliografía habla de 12-14 kg/fruto, en el caso de Red heaven el peso promedio fue de 11,2 kg de los cuales solo el 28% de los frutos tenían un peso mayor o igual a 12 kg, llegando como máximo a 18 kg, para Eletta el peso promedio fue 12 kg/fruto de los cuales el 54% de los frutos pesaron 12 o más kg, llegando a un máximo de 20 kg.



La bibliografía menciona que un fruto con 9-10° brix cerca del centro de la pulpa, indica que este ya está maduro. Ambos híbridos superaron los 10° brix en promedio en el centro del fruto, siendo 11° brix para Red heaven y 12° brix para Eletta., no así es los bordes, dando 10° y 9° brix respectivamente.

Si bien la inversión inicial para un manejo tecnificado del cultivo de sandía que incluye riego por goteo, uso de acolchado pastico “mulching”, manta térmica y fertirriego, es alta a comparación del manejo tradicional, se justifica debido a que hace posible una mayor producción, precocidad y calidad del fruto. Además, proporciona una mayor eficiencia en el uso del agua de riego, fertilizantes y fitosanitarios, reduciendo así los costos. Sumado a esto y no menos importante, nos permite producir en épocas donde la temperatura no lo permitiría si se realizara un manejo tradicional y así aprovechar los mejores precios del mercado.

Hay que considerar que el margen bruto para ambos híbridos podría haber sido mayor a los obtenidos si se cosechaban los frutos en el mes de octubre con mayores precios y si los rendimientos eran superiores con una mejor fertilización nitrogenada. Para la segunda semana de octubre el precio por kg de fruto fue de \$70, mayor a los \$45 del mes de noviembre.

Con esta pasantía aprendí a como conducir un cultivo, en este caso de sandía bajo un manejo tecnificado. Adquirí experiencias como la preparación del suelo manejando un tractor, la instalación de mulching, cinta de goteo y manta térmica, el monitoreo de las plagas y enfermedades, la elección de los tipos, las dosis, momentos y modo de aplicación de agroquímicos y fertilizantes, fertirrigación, y los

parámetros a tener en cuenta para la cosecha de sandía.

Referencias Bibliográficas:

- Cáceres, S., Miño V. S., y Aguirre, A. (2011). Guía Práctica para la identificación y el Manejo de Plagas del Pimiento. EEA INTA Bella Vista. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-gua_prctica_para_la_identificacin_y_el_manejo_de_1.pdf
- Canteros, V. H., y Molina, N. A. (2021). Costos de producción y rentabilidad de sandía en Corrientes durante 2020. EEA INTA Bella Vista, Corrientes. Disponible en: [file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/pasantia%20Sandia/INTA_CRCorrientes_EEABellaVista_Molina_NA_Costos_producci%C3%B3n_rentabilidad_sand%C3%ADa_Ctes.%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/pasantia%20Sandia/INTA_CRCorrientes_EEABellaVista_Molina_NA_Costos_producci%C3%B3n_rentabilidad_sand%C3%ADa_Ctes.%20(1).pdf)
- Crawford, H. (2017). Manual de manejo agronómico para cultivo de sandía, Boletín INIA INIA – INDAP. Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/pasantia%20Sandia/INIA_Libro_0058.pdf
- Escalona, V. C., Alvarado, P. V., Monardes, H. M., Urbina, C. Z., y Martin, A. B. (2009). Manual de cultivo del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo* L.). Facultad de Cs. Agronómicas Universidad de Chile. Disponible en: http://www.hortyfresco.uchile.cl/docs/manuales_innova/Manual_cultivo_sandia_y_melon.pdf
- FAOSTAT. (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>
- FAO/OMS. (2015). Código internacional de conducta para la gestión de plaguicidas. Disponible en: https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/Code_Spanish_2015_Final.pdf
- Fornaris Rullán, G. J. (2015). Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía: Cosecha y Manejo Postcosecha. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/pasantia%20Sandia/EEA_ConjuntoSandia_2015.pdf
- Manejo de adubação da melancia Red Heaven. (2019). Seminis. Disponible en: https://seminisbrazil.s3.amazonaws.com/app/uploads/2019/07/4094_manejo_adubacao-red-heaven.pdf
- Milanez de Resende, G., y De Cássia Souza Dias, R. (2016). Cultivo de sandía: composición química Embrapa Semi-Arid. Disponible en: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spmelancia/quimica.htm
- Molina, N. A. (2021). Marketing hortícola en el Mercado Central de Buenos Aires (MCBA): tendencia, ciclo y estacionalidad de la sandía en el período 2001- 2020. EEA INTA Bella Vista, Corrientes. Disponible en: https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/8968/INTA_CRCorrientes_EEABellaVista_Molina_NA_Marketing_hort%c3%adcola_MCBA_sand%c3%a

[da.pdf?sequence=1&isAllowed=y](#)

- Obregón, V. G. (2017). Guía para la identificación de las enfermedades de las Cucurbitáceas. EEA INTA Bella Vista. Disponible en: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_guia_identificacion_de_las_enfermedades_de_las_cucurbitaceas.pdf
- Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas: Guía de identificación y manejo. (2005). Productores de hortalizas. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/pasantia%20Sandia/guia%20de%20identificacion%20de%20plagas%20en%20las%20cucurbitaceas.pdf>
- Pletsch, R. 2007. El cultivo de Sandía. Proyecto regional de pequeños y medianos productores. AER Corrientes. EEA INTA Corrientes.
- Ramos, C., y Pomares, F. (2010). Abonado de los cultivos hortícolas. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Disponible en: http://redivia.gva.es/bitstream/handle/20.500.11939/7070/2010_Ramos_Abonado.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reche J. (2000). Cultivo intensivo de la sandía. Madrid, España. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Disponible en: https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2000_2106.pdf
- Rivera Martínez, L. E. (2015). Conjunto Tecnológico para la Producción de Sandía: Riego. Universidad de Puerto Rico. Recinto Universitario de Mayagüez. Colegio de Ciencias Agrícolas. Disponible en: file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/pasantia%20Sandia/EEA_ConjuntoSandia_2015.pdf
- Rodriguez Luna, E. P. (2017), Manejo de sandía (*Citrullus lanatus*) tetraploide para producción de semilla. Universidad Nacional Agraria la Molina Facultad de Agronomía, Lima - Perú. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3016/F03-R6-T.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Taylor M. D. & Locascio S. J. (2004). Blossom-End Rot: A Calcium Deficiency. Journal of Plant Nutrition, 27:1, 123-139, DOI: 10.1081/PLN-120027551. Disponible en: <file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/BlossomEndRotACalciumDeficiency.pdf>