

UNIVERSIDAD AMAZÓNICA DE PANDO
AREA: CIENCIAS BIOLÓGICAS Y NATURALES
CARRERA: INGENIERIA AGROFORESTAL



**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO Y
EFECTO DE DOS ABONOS ORGÁNICOS EN EL RENDIMIENTO
DE DOS HÍBRIDOS DE SANDÍA (*Citrullus lanatus* L.) EN LA
LOCALIDAD “VILLA BUSCH”.**

Tesis de grado para optar al grado de Ingeniero Agroforestal

Presentado por: Univ. Abel Antonio Cuellar Velarde

Asesores: Ing. Griceldo Carpio Tancara

COBIJA – PANDO – BOLIVIA
2023

HOJA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue revisada y aprobada por:

CARGO	NOMBRES Y APELLIDOS	FIRMAS
Presidente	Lic. Nancy Acuña Álvarez	_____
Tribunal 1	Ing. Ronald Maygua Iriarte	_____
Tribunal 2	Ing. Heráclides Reyes López	_____
Tribunal 3	Ing. Richard Benítez Romero	_____
Asesor	Ing. Griceldo Carpio Tancara	_____

Cobija, _____ de _____ de 2023

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis Padres: Cap. Av. Civil Abel Cuellar Ruth (+) e Idelma Velarde Pinaicobo; a mis hijos Silvestre, Brandon Antonio y Gabriel Yessit.

AGRADECIMIENTOS

Deseo manifestar mis sinceros agradecimientos a:

- Dios por sobre todas las cosas.

- Mi esposa Yessica Lucero Becerra Flores por el apoyo durante la realización de la presente investigación.

- Mi asesor, Ing. Griceldo Carpio T. por sus acertadas orientaciones en el desarrollo de la presente investigación.

- Los miembros del tribunal: Ing. Ronald Maygua I. e Ing. Heráclides Reyes L. e Ing. Richard Benítez R, por sus valiosas sugerencias en la revisión del trabajo.

- Los docentes de la carrera de Ingeniería Agroforestal, por haber impartido sus conocimientos con paciencia durante el proceso de enseñanza.

- Mis compañeros de la universidad: por las muchas experiencias vividas durante los años que hemos compartido juntos.

ÍNDICE

	Pág.
HOJA DE APROBACIÓN	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE	iv
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE GRAFICOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Justificación	2
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Objetivos	2
1.4. Hipótesis	4
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1. Origen	5
2.2. Importancia	5
2.3. Clasificación taxonómica	5
2.4. Descripción botánica	6
2.5. Variedades e híbridos	8
2.6. Requerimientos climáticos y edáficos	9
2.7. Manejo del cultivo	10
2.8. Abonos orgánicos	14
2.9. Plagas y enfermedades	19
2.10. Cosecha	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Ubicación	24
3.2. Materiales empleados	25
3.3. Detalle del trabajo realizado	25
3.4. Metodología empleada en la toma de datos	30

3.5. Diseño Experimental	31
3.6. Modelo estadístico lineal	33
4. RESULTADOS	34
4.1. Condiciones climáticas	34
4.2. Características agronómicas	36
4.3. Características morfológicas	37
4.4. Rendimiento y sus componentes	43
4.5. Análisis económico	49
5. DISCUSIÓN	51
5.1. Condiciones climáticas	51
5.2. Efecto de los fertilizantes orgánicos en las características morfológicas.	51
5.2. Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento	52
6. CONCLUSIONES	54
7. RECOMENDACIONES	55
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	56

LISTA DE TABLAS

N°	Título	Pág.
1.	Composición química de los frutos de sandía	21
2.	Promedios mensuales de temperatura y precipitación pluvial	34
3.	Días a la emergencia, floración e inicio de la cosecha	36
4.	Efecto de dos abonos orgánicos en la longitud de planta	37
5.	Análisis de varianza para longitud de planta	37
6.	Prueba de Duncan para longitud de planta	38
7.	Efecto de dos abonos orgánicos en el diámetro ecuatorial del fruto	39
8.	Análisis de varianza para diámetro ecuatorial del fruto	39
9.	Prueba de Duncan para diámetro ecuatorial del fruto	40
10.	Efecto de dos abonos orgánicos en el diámetro polar del fruto	41
11.	Análisis de varianza para diámetro polar del fruto	41
12.	Prueba de Duncan para diámetro polar del fruto	42
13.	Efecto de dos abonos orgánicos en el número de frutos	43
14.	Análisis de varianza para número de frutos	43
15.	Prueba de Duncan para número de frutos	44
16.	Efecto de dos abonos orgánicos en el peso de frutos	45
17.	Análisis de varianza para peso de frutos	45
18.	Prueba de Duncan para peso de frutos	46
19.	Efecto de dos abonos orgánicos en el rendimiento	47
20.	Análisis de varianza para el rendimiento	47
21.	Prueba de Duncan para el rendimiento	48
22.	Cálculo de costos incrementales en los tratamientos	49
23.	Cálculo ingresos incrementales	49
24.	Ganancia por tratamientos	50

LISTA DE FIGURAS

Nº	Título	Pág.
1.	Ubicación del área experimental	24
2.	Preparación del terreno	26
3.	Aplicación de abonos	26
4.	Siembra	27
5.	Tanque de agua utilizado para el primer riego (manual)	28
6.	Sistema de riego por goteo	28
7.	Control de malezas manual	29
8.	Sandias antes de la cosecha	30
9.	Número de frutos por parcela	31
10.	Peso del fruto	32

RESUMEN

La sandía cuyo fruto es uno de los más difundidos en la región amazónica y particularmente en la ciudad de Cobija, se lo cultiva de manera tradicional, sin el uso de técnicas apropiadas, obteniéndose resultados con escasos beneficios económicos, En este sentido, el objetivo del presente trabajo es: Evaluar el comportamiento agronómico y el efecto de dos abonos orgánicos en el rendimiento de dos híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en la localidad de Villa Busch, del departamento Pando. Los tratamientos consistieron en 1 kg/planta de estiércol bovino y 1,5 kg/planta de aserrín. Las variables medidas fueron: longitud de la planta, diámetro ecuatorial y polar del fruto, número de frutos por planta, peso del fruto y rendimiento por parcela luego expresado en toneladas por hectárea. Los resultados indican que en el área de estudio la precipitación pluvial es insuficiente, haciéndose necesario agregar agua de riego. El estiércol aplicado al híbrido Rad Haven influyó positivamente en las características morfológicas con rendimiento promedio de 13,15 ton/ha, mientras que el híbrido Santa Amelia sin abono (testigo) resultó ser el de menor rendimiento con 11,47 ton/ha. Como consecuencia, en el híbrido Red Haven se calculó un beneficio económico de 7,717 bs/ha mientras que en el híbrido Santa Amelia con aserrín el beneficio económico es de 2,590 bs/ha.

Palabras claves: Efecto estiércol bovino, Aserrín, híbridos de *Citrullus lanatus*.

ABSTRACT

The watermelon, whose fruit is one of the most widespread in the Amazon region and particularly in the city of Cobija, is cultivated in a traditional way, without the use of appropriate techniques, obtaining results with few economic benefits. In this sense, the objective of the This work is: To evaluate the agronomic behavior and the effect of two organic fertilizers on the performance of two watermelon hybrids (*Citrullus lanatus* L.) in the town of Villa Busch, in the Pando department. The treatments consisted of 1 kg/plant of bovine manure and 1.5 kg/plant of sawdust. The variables measured were: plant length, equatorial and polar diameter of the fruit, number of fruits per plant, fruit weight and yield per plot then expressed in tons per hectare. The results indicate that in the study area rainfall is insufficient, making it necessary to add irrigation water. The manure applied to the Rad Haven hybrid positively influenced the morphological characteristics with an average yield of 13.15 tons/ha, while the Santa Amelia hybrid without fertilizer (control) turned out to be the one with the lowest yield with 11.47 tons/ha. As a consequence, in the Red Haven hybrid an economic benefit of 7,717 bs/ha was calculated while in the Santa Amelia hybrid with sawdust the economic benefit is 2,590 bs/ha.

Keywords: Bovine manure effect, Sawdust, *Citrullus lanatus* hybrids.

1. INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus* L.) se considera originaria de países de África tropical y su cultivo se remonta desde hace siglos a la ribera del Nilo, desde donde se extendió a numerosas regiones bañadas por el mar Mediterráneo. Los pobladores europeos fueron quienes la llevaron hasta América, donde su cultivo se extendió por todo el continente (Trujillo, 2018). Hoy en día es una de las frutas más extendidas por el mundo, y los principales países productores son: Turquía, Grecia, Italia, España, China y Japón (Zambrano, 2015).

El cultivo de sandía en Bolivia se está desarrollando aceleradamente, especialmente en la región amazónica como es el departamento Pando, entre las zonas más relevantes, siendo una de las razones de la expansión de este cultivo su alto consumo como fruta fresca y las oportunidades de exportación en forma creciente. Genéticamente existen dos tipos de sandías: Las Sandías diploides o con semillas y las Sandías triploides o sin semillas. Se tiene constancia de más de cincuenta variedades de sandía, que se clasifican en función de la forma de sus frutos, el color de la pulpa, el color de la piel, el peso, el período de maduración, etc.

A partir de la revolución verde a comienzo de los años setenta, en el cultivo de la sandía se ha utilizado (casi de forma exclusiva) los fertilizantes inorgánicos y con menor interés se emplean los fertilizantes orgánicos. La razón para el uso de los fertilizantes orgánicos se debe a que estos aportan nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas en mayor cantidad que los inorgánicos; el tiempo de transformación en sustancias coloidales asimilables y absorbidas por las plantas es mucho más rápido, con lo cual se han desarrollado grandes extensiones del cultivo de sandía (Trujillo, 2018).

Los materiales orgánicos hay unos que fácilmente se compostan y otros que cuesta un poco más, inclusive hay materiales orgánicos sintéticos como los plásticos que necesitan muchas décadas para compostarse (Bizzozero, 2006).

En los últimos años en el área rural del municipio de Cobija, se ha observado un incremento en la producción de sandía, sin embargo, el sistema de producción es tradicional, los agricultores no aplican técnicas de producción orientadas a

incrementar el rendimiento, por lo que no existe información sobre el efecto de la incorporación de abono orgánico en las características agronómicas y particularmente en el rendimiento por unidad de superficie.

1.1. Justificación

Una alternativa que se plantea para aumentar la fertilidad de los suelos y aumentar los rendimientos requiriendo poco insumos externos y accesibles a los pequeños y medianos productores, es aumentando los niveles de materia orgánica en los suelos (García, 2001)

La materia orgánica y la aplicación de diferentes abonos orgánicos se han relacionado tradicionalmente con la fertilidad. Los suelos ricos en materia orgánica son generalmente productivos. Por otro lado, desde la antigüedad y hasta que surgieron los fertilizantes sintéticos, el uso de los abonos orgánicos fueron la única forma de producir, mantener y aumentar la fertilidad de los suelos (García, 2001).

Los fertilizantes sintéticos usados en la agricultura convencional han aumentado el rendimiento de los cultivos por que satisfacen los requerimientos nutricionales de las plantas a corto plazo, sin embargo, los agricultores no prestan atención a la fertilidad del suelo a largo plazo e ignoran los procesos que la mantienen (Gliessman, 2002)

La aplicación de residuos orgánicos al suelo es uno de los factores más importante que influye sobre el nivel de materia orgánica del mismo. Asimismo, la mineralización de estos residuos representa un punto clave para regular la cantidad de nitrógeno disponible en el suelo. El valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes sintéticos (Castellanos, 1980).

1.2. Problema de investigación

En la Ciudad de Cobija capital del departamento Pando en los últimos años se ha incrementado la demanda insatisfecha de la sandía, lo que origina la importación de este producto del vecino país Brasil, donde se practica el cultivo con abonos

químicos que si bien acelera en el desarrollo, pero tiene efectos adversos para la salud de los consumidores.

Los suelos del departamento Pando presentan deficiencias en macro y micronutrientes, asimismo presentan un pH desde ligeramente ácido hasta muy ácido y baja capacidad de intercambio catiónico (Zonisig, 1996) factores que limitan la productividad de cultivos agrícolas y hortícolas particularmente.

Por otra parte, las cucurbitáceas prosperan con fertilizantes orgánicos, estos mejoran el suelo y nutren mejor la planta. La cantidad de fertilizantes que se apliquen depende de factores como pH, tipo de suelo, textura, humedad; por tanto las aplicaciones se hacen de acuerdo a las necesidades del cultivo y cantidades de nutrientes existentes en el suelo (Laguna y Cruz, 2006).

Por lo que la presente investigación se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál es el efecto de dos abonos orgánicos en el rendimiento de la sandía (*Citrullus lanatus* L.) en la localidad “Villa Busch” del departamento Pando?

1.3. Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el comportamiento agronómico y el efecto de dos abonos orgánicos en el rendimiento de dos híbridos de sandía (*Citrullus lanatus* L.) en la localidad de Villa Busch, del departamento Pando.

Objetivos específicos

- Describir las condiciones climáticas durante el periodo de estudio.
- Evaluar el comportamiento agronómico de dos híbridos del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) bajo la aplicación de fertilización orgánica.
- Establecer la producción de cada tratamiento en estudio.

- Comparar el análisis económico de los tratamientos de estudio

1.4. Hipótesis

Hipótesis alterna: La adición de abonos orgánicos en el suelo, favorece el desarrollo de las características agronómicas e incrementa en rendimiento de los híbridos de Sandía.

Hipótesis nula: La adición de abonos orgánicos en el suelo, no influyen en el desarrollo de las características agronómicas ni en el rendimiento de los híbridos de Sandía.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origen

El cultivo de la sandía se remonta a tiempos prehistóricos como así es revelado por las pinturas realizadas en el antiguo Egipto. Los primeros signos de los cultivos de la sandía ocurrieron en el área del mediterráneo o en lejano oriente hasta la India (Mohr, 1986).

La historia de esta fruta que pertenece a la familia de los pepinos y las calabazas, se remonta a África. Las primeras sandías eran prácticamente solo conchas y semillas; mientras que las variedades de hoy en día son más grandes, la pulpa es más dulce, las semillas son más pequeñas y la concha es más delgada. Ésta es quizá la fruta más refrescante, ideal para calmar la sed. La sandía está compuesta por 92% de agua y 8% de azúcar, es decir, le hace honor a su nombre en inglés watermelon. Los estadounidenses consumen más de 17 libras de sandía por persona al año (Denisen, 1987).

2.2. Importancia

La sandía es uno de los productos agrícolas que se cultivan en casi todo el mundo. Por su frescura es un producto muy demandado, principalmente en la época de calor, aunque su agradable sabor la hace apetecible en cualquier época del año (ASERCA, 1999).

Esta hortaliza es una de las que más difundidos a nivel nacional, regional y local, en las regiones tropicales y la Amazonía, las sandia es cultivada por los agricultores del área rural, cuyos frutos son llevados a los mercados de las zonas urbanas, donde tiene gran demanda, generalmente es consumida el fruto sin necesidad de transformarla o procesarla, en algunas oportunidades se preparan refrescos naturales sin necesidad de agregar azúcar u otros endulzantes artificiales.

2.3. Clasificación taxonómica (Robinson, *et al.*, 1997).

Reino Vegetal

División Tracheophyta

Clase: Angiospermas

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitácea

Género: Citrullus

Especie: *C. lanatus*

2.4. Descripción botánica

El género *Citrullus* pertenece a la familia Cucurbitaceae sub-tribu Benincasine. Esta familia agrupa aproximadamente 90 géneros y entre 700 a 760 especies. A la misma familia pertenecen las calabazas, guajes melones, pepinos, luffa, y numerosas malezas. El género *Citrullus* ha sido revisado y ahora incluye *C. lanatus* (sinónimo *C. vulgaris*), *C. ecirrhosus*, *C. colocynthis*, y *C. rehmii*. Resultados de estudios morfológicos y citogenéticos revelan que las cuatro especies son compatibles entre ellas y se pueden efectuar cruces exitosas que deriven progenie. *Citrullus ecirrhosus* está más cercanamente relacionado a *C. lanatus* que de alguno de estos dos lo están a *C. colocynthis*. (Juárez, 2003).

Sistema radicular. El sistema radicular de la sandía es muy ramificado y se desarrolla de acuerdo al suelo y otros factores, este cultivo posee una raíz pivotante que puede profundizar hasta 0.8 m, las raíces laterales pueden alcanzar hasta 2 m de longitud llegando a formar un diámetro radicular de aproximadamente de 4 m. La mayor distribución de las raíces se encuentra entre 20 y 40 cm de profundidad (Valádez, 1997);

Tallo. Es de desarrollo rastrero. En estado de cinco a ocho hojas bien desarrolladas el tallo principal emite las brotaciones de segundo orden a partir de las axilas de las hojas. En las brotaciones secundarias se inician las terciarias y así sucesivamente, de forma que la planta llega a cubrir 4-5 metros cuadrados. Los tallos son rastreros de 2-5 m de longitud, tienen cinco borde o aristas cubiertos de bellos blancos (Valadez, citado por Barajas 2005).

Hojas. Son peciolada, pinnado-partida, dividida en 3-5 lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados, presentando profundas entalladuras que no llegan al nervio

principal. El haz es suave al tacto y el envés muy áspero y con enervaciones muy pronunciadas. Las hojas están divididas en cinco o siete lóbulos irregulares, de bordes sinuosos, llegando a medir entre 10 y 20 cm de largo y están cubiertas de pubescencias finas (León citado por Barajas 2005).

Flores. Las flores son amarillas, aparecen solitarias en las axilas de las hojas y ramas secundarias generalmente pueden diferenciarse entre masculinas, femeninas o hermafroditas, con frecuencia la planta tiene más flores masculinas que femeninas. Nacen a lo largo de las ramas o guías en secuencia, en general las masculinas salen primero. Tienen cáliz con cinco dientes pilosos, de cerca de 0.5 cm de largo y corola amarilla de cinco pétalos bien recortados y miden de 2.5 a 3 cm de diámetro (Parsons, 1981).

Las cucurbitáceas se consideran plantas monoicas ya que pueden presentar tres tipos de flores en una sola planta; masculinas o estaminadas (productoras de polen), femeninas o pistiladas (donde se origina el fruto), a estos dos tipos también se le conoce como imperfectas y hermafroditas o perfectas (con ambos sexos) en la misma flor. Las flores productoras de fruto se reconocen fácilmente porque en la parte inferior de los pétalos presentan un abultamiento que es una versión pequeña del fruto (Hodges, 1995)

Polinización. La polinización es cruzada, ya sea anemófila (viento) o entomófila (insectos) y las abejas son las principales polinizadoras y en muchos casos son los únicos agentes que intervienen en la fecundación debido a la morfología de las flores que no permiten la entrada de otros insectos. Se recomiendan de 3 a 4 cajas de colmenas de abeja melífera por hectárea en época de floración del cultivo. La eficiencia de la polinización está determinada por la temperatura que en caso de la sandía requiere de 15°C (SARH, 1983)

Fruto. Los frutos son bayas globulosas o elipsoidales, en pepónide con la corteza de color verde uniforme (claro u oscuro), o con listas más claras, y la pulpa, normalmente de color rojo o rosado, aunque existen algunos que poseen la pulpa de color amarillo o anaranjado, caracteres regidos genéticamente, así por ejemplo el color amarillo o anaranjado está regido por genes recesivos distintos, que en dominancia proporcionan

el color rojo de la pulpa. El tamaño y peso de los frutos es muy variable y puede oscilar entre 2 y 15 Kg (Maroto, 1983).

2.5. Variedades e híbridos

Según ASERCA (2002) las variedades de sandía recomendadas para los productores son:

Las características generales de las variedades de sandía, con respecto al tipo de fruto, de acuerdo con Tamaro (1974) son:

- La sandía común (*Cucurbitacitrullus maximus*), es de fruto grande, globoso, con corteza de color verde oscuro, pulpa de color rojo vino y semillas negras.
- Sandía moscatel (*Cucurbitacitrullus* semilla rubro), es de pulpa amarilla o blanquecina, con semilla de color castaño.
- Sandía manchada. Se distingue fácilmente por la cabeza del fruto verde, con fajas más claras, la pulpa es de color rosa.
- Sandía napolitana (*Cucurbitacitrullus medius*), produce frutos pequeños de corteza verde oscura, pulpa roja y semilla blanquecina bordeada de negro; cuánto más vivo es el color de la pulpa, tanto más azucarados es el fruto.

Cantos y Giler (2012), al evaluar el “Comportamiento agronómico de ocho híbridos de sandía en el campus de la ESPAM MF”, entre los híbridos evaluados se encuentran, Royal Charleston, Santa Amelia, American Sweet, A-2527, Delta H7, G-8330 H4, Sakata H8 y R-2326, donde se tomaron los datos significativos en cuanto a la planta y fruto, obteniendo como resultados entre los ocho híbridos el que mejor comportamiento agronómico y características deseables fue American Sweet con mayor número de frutos por planta 1.84 y mayor rendimiento de 14.577,14 kg/Ha, y una rentabilidad de \$ 1817.42 USD por hectárea.

Chamorro y Gallegos (2012) en su trabajo de investigación sobre el “efecto de tres sistemas de poda de formación y tres densidades de plantación en el comportamiento agronómico de sandía, variedad Charleston gray (*Citrullus lanatus*. Thunb) en la zona de Caldera, Carchi”, registraron que las variables tiempo o a la

floración, número y peso de frutos, no resultaron ser significativas en cuanto a poda y distanciamiento, pero en variables de rendimiento y rentabilidad, la densidad de plantación es significativa obteniendo que a una distancia de 2m² obtuvo 74.42 t/Ha, y rentabilidad de 11907.20 USD. Por lo tanto, los autores mencionan que el distanciamiento de siembra e incluso la variedad influye en la adaptabilidad del cultivo, siendo así un cultivo sustentable.

Chapín (2012) al evaluar el “Comportamiento de tres híbridos y dos variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) en la granja experimental Santa Inés” registró variables como: los días a la floración y germinación; número de guías, diámetro y peso del fruto, en cuanto a fertilización todos los cultivares recibieron el mismo tratamiento, obteniendo como mejores resultados la variedad Royal Charleston de acuerdo a los datos recolectados en campo.

Orrala (2019) en su investigación titulada “Producción de híbridos de sandía injertados sobre genotipos criollos de *Lagenariasiceraria*” evaluó los híbridos Royal Charleston, Royalthon, Lady Blanc y Glory Jumbo, injertados en *Lagenariasiceraria*, registrando los siguientes datos con buen rendimiento Royal Charleston y Royalthon, además de ello sobresalieron en el diámetro de la corteza, SST (sólidos totales solubles) y número frutos por planta.

Naranjo (2012) en su investigación sobre “Evaluación agronómica y de calidad en diferentes híbridos de melón (*Cucumismelo*) grupo Cantaloupe bajo condiciones controladas en el valle de Tumbaco” en el cual utilizó cinco híbridos de melón, de los cuales observó que los de mayor rendimiento son Halona y Maverick, además de ello el híbrido Halona fue el más destacado al paladar del consumidor y en cuanto a costos de producción se puede atribuir que es rentable, basándose en que el 27.4 % del costo total son labores culturales tomándolo como una actividad de mayor costo. Dando como resultado su adaptabilidad a factores ambientales de esta zona.

2.6. Requerimientos climáticos y edáficos

2.6.1. Temperatura

El cultivo de la sandía es de clima cálido y sensible a las heladas. Las temperaturas mínimas del suelo para la germinación de esta especie son de 16 °C y la máxima de 40°C con un rango óptimo de 21 – 35 °C (Castaños, 1993) y la temperatura óptima para el crecimiento es de 21 a 29.5 °C, pudiendo tolerar una temperatura máxima de hasta 35°C. La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 65 y 75 %, siendo un factor determinante durante la floración.

2.6.2. Suelo

Este cultivo demanda un suelo de consistencia media, bien drenado, de elevada fertilidad, la reacción del suelo tiene poca importancia, puesto que se adapta bien y requiere del suministro de materia orgánica (Cáceres, 1971). Además, la sandía prefiere terrenos húmedos, suaves, ricos en sustancias orgánicas bien descompuestas, expuestos al sol y bien drenados. Igualmente, el cultivo de sandía, requiere suelos fértiles, francos – arenosos, francos limosos, francos arcillosos; con buen contenido de materia orgánica y buen drenaje. Con pH entre 5.5 y 6.6 (Fersini, 1976).

El cultivo de la sandía es de un clima muy cálido y sensible a heladas. La temperatura mínima de los suelos para la germinación es de 16°C y la máxima es de 40°C con un rango óptimo de 21-35°C (Castaños, citado por Barajas, 2005).

2.6.3. Hídricos

La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60 % y el 80 %, siendo un factor determinante durante la floración. La sandía requiere una gran cantidad de agua para formar el fruto. Recordemos que su composición alcanza cerca del 93% de agua, por lo que el requerimiento de la cosecha requiere en gran parte de la humedad disponible en el terreno (Edmon, citado por Barajas 2005).

Esta hortaliza necesita abundante agua en el periodo de crecimiento, iniciación del desarrollo del fruto y maduración (Maroto, 1983), durante el ciclo agrícola requiere de 500 a 750 mm de agua. Sin embargo, se recomienda disminuir los riegos en la etapa de maduración para incrementar la concentración de los sólidos solubles (Valádez, 1997).

2.6.4. Luz

Todas las plantas de guía (melón, sandía, pepino). Son muy exigentes con respecto a la luz, por lo que no debe cultivarse junto con plantas que le generen sombra, la luz es parte integrante de la reacción fotosintética en la cual las especies vegetales utilizan la energía y a través de la combinación del bióxido de carbono de agua y elementos nutritivos generan diversos compuestos orgánicos, por medio de la fotosíntesis (Guenkov, citado por Barajas 2005).

Cuanto mayor sea la cantidad de luz aprovechable, con otras condiciones favorables, mayor es la proporción de la fotosíntesis y la cantidad de carbohidratos utilizable para el crecimiento y desarrollo de la planta (Edmon, citado por Barajas 2005).

2.7. Manejo del cultivo

2.7.1. Preparación del terreno

Para el desarrollo adecuado de la sandía se requiere, por lo delicado de su manejo, que la siembra se realice en suelos de textura media, o en suelos ligeros para facilitar un buen drenaje, se debe efectuar un barbecho de 25 a 30 cm de profundidad, luego realizar uno o dos pasos de rastra según lo requiera el suelo hasta comprobar que la cama quede bien mullida. El trazado de camas debe ser de 3.5 a 4.0 m de ancho, en siembras tempranas o en intermedias, se recomienda que éstas se alineen de oriente a poniente (Parsons, 1981).

2.7.2. Época de siembra

La fecha de establecimiento en campo para la sandía es a partir del 20 de enero hasta principios del mes de abril; esto es para la Región Lagunera. La mejor época de siembra en la región es del 15 de marzo al 15 de abril, en las siembras tempranas y en las tardías es posible tener mejor mercado, aunque con menores rendimientos y riesgos por heladas en las primeras y afectación del fruto en las segundas (Ruíz, 1984). En el caso de Sonora las fechas de siembra comienzan en los primeros días del mes de noviembre y se prolonga hasta mediados del mes de diciembre (Fersini, 1976).

En la Comarca Lagunera la sandía se siembra desde el mes de enero hasta el mes de abril, las fechas de siembra tempranas (enero y febrero) con alta posibilidad de sufrir daños por bajas temperaturas, pero con una mejor ventana de comercialización y las fechas de marzo y abril con mayor capacidad de rendimiento, pero con precios de venta menores a las fechas tempranas (Cáceres, 1971).

2.7.3. Método y densidad de siembra

Para la Región Lagunera se recomienda aplicar de 1.5 a 2.0 Kg.ha-1 de semilla, colocando cuatro semillas por mata a una profundidad de 1.5 a 2.5 cm, la distancia entre matas es de un metro. Sin embargo, con el empleo de semillas híbridas, debido a costo elevado de este tipo de materiales genéticos, la cantidad de la semilla se ha modificado por mata y se coloca una semilla por cada espacio de siembra. De tal manera que se establece una densidad de siembra que va de 2,500 a 2,850 planta. ha-1 (PIAEBAC 1961 – 1981).

El efecto de la densidad de población en el rendimiento no es directo; para lograr elevar el rendimiento, por unidad de superficie, los cultivos deben tener la capacidad de captar gran cantidad de radiación solar durante la etapa de crecimiento del fruto que es cuando la fotosíntesis debe aportar más carbohidratos (Valadez 1997).

2.7.4. Germinación

Cuando se realiza la siembra de semillas de sandía en charolas se debe tener cuidado con la adherencia de la cubierta de la testa de la semilla, ya que al emerger los cotiledones, se genera un problema muy inquietante, debido a que causa disturbios en la plántula y algunas veces disminuye el porcentaje de germinación; así pues, una práctica eficiente que reduce este problema es orientar la semillas a un ángulo de 45° con la radícula hacia arriba, al momento de la siembra en charolas (Molinar, 2000)

La germinación en campo depende de la temperatura del suelo, con temperaturas menores de 25°C (entre 15 y 20 °C) la germinación se realiza en cinco a seis días, la germinación ocurre entre 10 y 12 días. Con temperatura en el suelo de 10°C la

semilla se encuentra en latencia sin iniciar su proceso de germinación (Bringas, 1999)

2.7.5. Trasplante

El trasplante es una práctica cultural sumamente empleada en las explotaciones hortícolas, que consiste en mover las plántulas germinadas en invernaderos o almacigo de esas áreas de crecimiento, a los terrenos agrícolas donde completarán su ciclo de desarrollo. Se utiliza para acelerar el crecimiento inicial de las hortalizas que se adaptan a esta forma de manejo y establecer poblaciones uniformes de plantas que faciliten posteriores labores agrícolas, como riegos, combate de plagas y enfermedades y época de cosecha (Manuel, 1993).

2.7.6. Acolchado

El uso de acolchado plástico para cubrir parcial o totalmente la cama de siembra o trasplante, es una técnica que contribuye a eficientar el uso de agua de riego, reducir la evaporación, incrementar el rendimiento del fruto de un 64 % a un 108 % y adelantar la cosecha de siete a nueve días. Esto porque incrementa la temperatura máxima del suelo de 1.9 a 6.4 °C, y además es una buena opción para el control de malezas y como repelentes de insectos (Acosta et. al., 2003)

El plástico negro, con espesor de 150 micras y ancho de franjas de 1.20m, el cual cubrirá la zona radicular del cultivo en cada línea regante instalada. Esto permite disminuir la evaporación del suelo además de incrementar la temperatura de 1.9 a 6.4 °C con respecto a un sistema de riego sin cobertura plástica, lo que hace que el cultivo sea más eficiente en utilizar el agua. El acolchado se utiliza principalmente como protección contra los factores ambientales, tales como reducir la evaporación y la incidencia de malezas (Mendoza et. al., 2002).

2.7.7. Riego

Tiene como finalidad promover el crecimiento más vigoroso de las plantas y mantener o regular la temperatura del suelo, para que las raíces realicen adecuadamente su función de absorber los elementos nutritivos aportados (PIAEBAC, 1961-1981).

Cuando la siembra se efectúa en seco, el primer riego debe darse con regadera manual, procurando que solo la humedad llegue donde está la semilla, para evitar que sobre la superficie del suelo se forme costras duras que dificulten su emergencia. Los riegos posteriormente deben aplicarse oportunamente evitando castigar a la planta por falta o exceso de agua, que esto retrasa su desarrollo y consecuentemente influye en el rendimiento (PIAEBAC, 1961-1981)

2.7.8. Fertilización

La época de aplicación de cualquier fertilizante va depender principalmente de las necesidades del cultivo y de la cantidad disponible de los elementos nutritivos en el suelo que pueden ser aprovechados por la planta (Edmon et al. 1981)

Para el caso de la fertirrigación la fertilización se realiza con la recomendación 160-80-00, aplicada en ocho fracciones cada diez días, a través del ciclo vegetativo del cultivo en forma de disolución disuelto en agua de riego, utilizando urea y sulfato de amonio como fuente de Nitrógeno y Fósforo (Mendoza et al 2002)

Se conoce como fertirrigación a la técnica de aplicar fertilizante en los sistemas de riego presurizado, con la que se logra una mayor eficiencia de agua y fertilizante, se incrementa la producción y la calidad de las cosechas (Acosta, 2003).

La fertirrigación y las técnicas de acolchado plástico para optimizar el aprovechamiento del agua, permite además el incremento en la producción y la calidad del producto y mejora la eficiencia del uso del agua, principalmente en regiones áridas y semi áridas donde el problema de escasez es muy marcado. El riego por goteo es un método que consiste en la aplicación lenta y frecuente de agua al suelo a través de goteros o emisores. Este método se caracteriza porque generalmente se aplica el agua y los nutrientes directamente en la zona radicular del cultivo de manera constante (Mendoza et al., 2002)

2.7.9. Requerimientos nutricionales

De acuerdo con Mills y Benton (1996) los niveles óptimos de los elementos nutritivos en el cultivo de la sandía varían de acuerdo a las principales etapas fenológicas las cuales comprenden: a) primera etapa, de inicio de floración a

fructificación; b) segunda etapa, de planta madura a estado de fruto pequeño; y c) tercera etapa, de fruto pequeño a cosecha.

2.8. Abonos orgánicos

Son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añade en el suelo con el objeto de mejorar las características físicas, biológicas y químicas. (Schawentesius et al 2007).

Se define como abono orgánico todo material de origen orgánico (compost, estiércoles, abono natural, hojas podridas e incluso basuras), que se pueden descomponer por la acción de microbios y del trabajo del ser humano incluyendo además al estiércol de las lombrices y el de millones de hongos, bacterias y actinomicetos que ayudan a mantener la fertilidad del suelo. (Tellez, V. 2003).

Los abonos orgánicos son rico en micro y macro elementos necesarios para tener cultivos sanos, ayudar a la planta a resistir el ataque de enfermedades y plagas. Mejora la textura y estructura de los suelos, regulando su temperatura y humedad. (IIRR, 1996)

El uso de abonos orgánicos es atractivo por su menor costo de producción y aplicación, por lo que resulta más accesible a los productores sobre todo en los países donde la mayor parte de producción de alimentos se logra a través de una agricultura no tecnificada tal como ocurre en América latina. Desde el punto de vista económico es atractivo su uso ya que el costo al granel representa el 10 % menos que el uso de fertilizantes químicos. (Nieto, A. 2002)

El abono orgánico equilibrado en nutrientes y con buenas propiedades bio-fisicoquímicas es el resultado de la descomposición de residuos orgánicos en presencia de aire (fermentación aeróbica/respiración oxidativa). El compost es la base de la huerta orgánica, al elaborar el compost se cierra el ciclo energético de la huerta y se regenera la fertilidad del suelo. (Nieto, A. 2002)

En la medida que la agricultura evolucionó hacia una producción industrial, se conformaron paquetes tecnológicos, dentro de los cuales estuvieron los fertilizantes sintéticos solubles, que básicamente incluyeron al nitrógeno (N), fósforo (P) y el

potasio (K). Estos fertilizantes son muy ineficientes energéticamente y generan desequilibrios ambientales y nutricionales para las plantas y quienes las consumimos (Bizzozero, 2006)

Prácticas como la utilización de biofertilizantes constituyen una oportunidad de desarrollar y expandir el potencial productivo de los suelos y brindar una elevada calidad nutricional a los alimentos, sin agredir el medio ambiente. Se puede producir estos biofertilizantes con elementos que existen en el medio de quien esté plantando (Bizzozero, 2006)

La importancia de los abonos orgánicos es disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos (Cervantes, 2008).

Actualmente se está buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales. Existen incluso empresas que están buscando en distintos ecosistemas naturales de todas partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas. De esta forma, en distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se producen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología (Cervantes, 2008).

2.8.1. Ventajas de los abonos orgánicos

- Aligera suelos pesados o arcillosos.
- Aumenta la temperatura del suelo por absorción de los rayos solares.
- Aumenta la capacidad de retención del agua y elementos nutritivos.
- Aporta nitrógeno en grandes cantidades.
- Favorece la vida microbiana. (International Institute for Rural Reconstruction, IIRR (1996).

2.8.2. Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional. Más que una tecnología de producción, la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, pero también un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa. (Soto, 2003)

Pero la agricultura orgánica no es la panacea universal ni la tabla de salvación para todos los productores en todas las circunstancias. Tiene sus limitaciones de aplicabilidad que deben de conocerse antes de embarcarse en un proyecto productivo. (Soto, 2003)

2.8.3. Nutrientes

La cantidad de nutrientes para la producción de 10t/ha de sandía se requiere de 30kg/ha de N, 11 k/ha de P, 29 kg/ha de K para la adsorción denutrimientos por los cultivos (Bertsch, 2003)

Para obtener un mayor rendimiento se necesita tener cantidades de nutrientes más elevadas, para una producción de 51.9 t/ha se requiere N, P, K en cantidad de 67; 8; 74 kg/ha respectivamente además Ca y Mg con 36 y14 kg/ha para la absorción de nutrimentos para los cultivos. (Bertsch, 2003)

2.8.4. Materiales Orgánicos

Los materiales orgánicos hay unos que fácilmente se compostan y otros que cuesta un poco más, inclusive hay materiales orgánicos sintéticos como los plásticos que necesitan muchas décadas para compostarse. (Bizzozero, 2006)

Entre los materiales que fácilmente se compostan están los vegetales, granos, huevos, excremento de animales y humanos, hojas de árboles, papel, periódicos, cartón; entre los materiales que cuesta un poco más compostar están los huesos, carne, cadáveres y algunas maderas.

El abono orgánico equilibrado en nutrientes y con buenas propiedades biofísico químicas es el resultado de la descomposición de residuos orgánicos en presencia de

aire (fermentación aeróbica/ respiración oxidativa). Elcompost es la base de la huerta orgánica, al elaborar el compost se cierra el ciclo energético de la huerta y se regenera la fertilidad del suelo. (Bizzozero,2006)

Percibe que el panorama actual para la Agricultura, es decir para la práctica que permite a nuestras civilizaciones sustentarse (coman, se vistan, se curen, etc.), no es nada alentador. La erosión de las tierras cultivables está en incremento, los desequilibrios de plagas y enfermedades no se han estabilizado, sin embargo, las sustancias tóxicas que se utilizan para combatirlas se han multiplicado, y la matriz energética sobre la cual está sustentada se está agotando. Efectivamente el petróleo se acabará y toda la agroindustria deberá mudar rápidamente, maquinaria, sistema de transporte, fertilizantes. (Linconly, 2006)

Prácticas como la utilización de biofertilizantes constituyen una oportunidad de desarrollar y expandir el potencial productivo de los suelos y brindar una elevada calidad nutricional a los alimentos, sin agredir el medio ambiente. Se puede producir estos biofertilizantes con elementos que existen en el medio de quien esté plantando. (Cervantes, 2005)

Los abonos orgánicos es disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. (Cervantes, 2005)

La importancia del abono orgánico radica en que a través de su uso se tiende a mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales u orgánicos. (Cervantes, 2005)

Los nuevos productores de la agricultura, están buscando alternativas que sean totalmente naturales. que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas. De esta forma, en

distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología.

El uso del Biol es principalmente como promotor y fortalecedor del crecimiento de la planta, raíces y frutos, sobre la presencia de hormonas vegetales de crecimiento que se definen como fitorreguladores del desarrollo producidas por las plantas, hay cinco grupos hormonales principales: adeninas, purinas, auxinas, giberelinas y citoquininas, todas estas estimulan la formación de nuevas raíces, inducen la floración el crecimiento del tallo hojas. etc. (Cervantes, 2005)

El humus se caracteriza por un color oscuro que señala su riqueza en carbono orgánico. El humus es la sustancia compuesta por productos orgánicos, de naturaleza coloidal, que proviene de la descomposición de los restos orgánicos (hongos y bacterias). Se caracteriza por su color negro debido a la gran cantidad de carbono que contiene. Se encuentra principalmente en las partes altas de los suelos con actividad orgánica. (Cervantes, 2005)

Los elementos orgánicos que componen el humus son muy estables, es decir, su grado de descomposición es tan elevado que ya no se descomponen más y no sufren transformaciones considerables. (Cervantes,2005)

2.9. Plagas y enfermedades

Los insectos plagas constituyen la limitante principal de la producción y calidad de las cucurbitáceas. Durante muchos años el combate de insectos plagas en la región se enfocó en el uso de insecticidas químicos. Existen una gran cantidad de insectos dentro del cultivo de cucurbitáceas, sin embargo, solo unas cuantas son plagas potencialmente dañinas otras especies son plagas secundarias y la mayoría son insectos benéficos (Fu y Ramírez, 1999).

Uno de los problemas que limitan la producción de frutales de ciclo corto, melón y sandía, entre otros es la ocurrencia de enfermedades fungosas, bacterianas virales y las plagas más comunes del cultivo del melón y la sandía. Existen microorganismos en el suelo representado por hongos nematodos que son perjudiciales al cultivo. Entre estos podemos encontrar: *Pythium*spp, *Rhizoctonia*spp, *Fusarium* spp, *Phytophthora*spp,

*Sclerotium*sp, *Macrophomina*sp, y nematodos de los géneros *Meloidogyne* y *Rotylenchulus* (Fundación Chemonics Colombia, 2004).

En la Comarca Lagunera, las enfermedades con respecto al cultivo de la sandía, los principales problemas, los ocasionan la cenicilla polvorienta (*Erysiphecichoracearum*) y la antracnosis (*Colletotrichumlagenarium*), las cuales dañan las hojas y los frutos respectivamente (Anaya, 1991).

2.10. Cosecha

Al llegar el momento de la cosecha se debe tomar en cuenta los siguientes factores para llevarlos a cabo (Roger, 1996):

- a) Cambio de color en el fruto en la parte que toca el suelo, de un blanco a un blanco crema.
- b) El marchitamiento de los Zarcillos que están más cerca del fruto.
- c) Tocar el fruto y escuchar un sonido hueco más apagado a medida que los frutos, maduren.

Por otra parte, Maynard (s/f) menciona que un lado (“ground spot”) de la fruta deberá ser crema o de un color amarillento, dar unos golpes a la fruta para checar su madurez, un sonido sólido indica su madurez, mientras que un eco agudo indica una fruta verde. En la Región Lagunera se considera que el fruto está listo para el corte cuando la hoja y el zarcillo o el rabito inmediato al fruto se marchitan. Estos indicadores se conjugan con la experiencia de los cortadores de sandía (Ruíz, 1984)

2.11. Valor nutricional de la sandía

Tabla 1

Composición química de los frutos de sandía (Váladez, 1998).

Componente			Componente	
Agua	(%)	92.6	Sodio	1 *UI
Proteínas	(g)	0.5	Potasio	100 *UI
Carbohidratos	(g)	6.4	Ácido ascórbico	7 *UI
Calcio	(g)	7	Tiamina (B1)	0.03 *UI
Fósforo	(G)	10	Riboflavina B2)	0.03 *UI
Hierro	(g)	0.5	Vitamina A	590 *UI
Valor energético (cal)		26	Grasa	0.2 *UI

*U I. = Unidades Internacionales

2.12. Manejo de fruto de la sandía

Anteriormente era común que la sandía fuera transportada en trenes a su lugar de destino esto originaba que la fruta se pudriera en el camino, pero en la actualidad se utiliza el transporte por medio de camiones, evitando así un menor retraso de llegada de la fruta a su destino de comercialización. Originalmente la sandía se estibaba de tres a cinco frutos, pero ahora hay productores que emplean cajas de carga las cuales facilitan el transporte desde el campo al supermercado y dan una buena presentación al producto (Gordon y Barden, 1984).

2.13. Usos

Los frutos de la sandía son muy apreciados por su sabor refrescante durante el verano, posee un alto contenido en agua y no es recomendable tomarle en excesiva cantidad sobre todo por la noche, ya que puede ocasionar algunos problemas digestivos. En algunas ocasiones de la semilla puede extraerse un aceite apto para cocinar, cuyo contenido oscila entre 20 y el 45 % (Maroto, 1983). La sandía es apetecida por su frescura y rico sabor dulce, se consume principalmente la fruta fresca, también se puede consumir en fresco, helados, así como industrializarse como fruta congelada, caramelo y jalea (Mendoza, et al; 2003).

Según INEGI (1991), publicó unas estadísticas las cuales determinaba el uso de la sandía en diferentes maneras, y arrojo los siguientes resultados: en Rusia, el jugo de la sandía se emplea para preparar cerveza, también se hierve para formar una miel espesa que se utiliza como melaza. En Asia se tuestan las semillas, le agregan sal y la comen como botana, en Irak, Egipto y algunas partes de África se la considera como alimento básico para los animales, y en las regiones muy secas constituyen una fuente de agua. En EE.UU. las conservas hechas de la cáscara de la sandía se consideran como un verdadero placer para la mayoría de la gente, aunque su uso principal en este país es como postre. En México se consume como postre o aperitivo de buen sabor.

Szalay (2017) en su artículo sobre la “Sandía: beneficios para la salud, riesgos e información nutricional” manifiesta que la sandía es un fruto no climatérico de gran tamaño ya que puede ganar un peso de hasta 10 kg. Lo que le caracteriza a este cultivo es su alto contenido de agua aproximadamente 92%, con contenidos de vitaminas A, B6 y C, así también como; licopeno, antioxidantes, aminoácidos e incluso posee potasio y sodio en pequeñas cantidades lo que le hace ideal para personas hipertensas. La sandía es uno de los frutos con mayor cantidad de licopeno, además es el responsable de otorgar el color rojo al fruto y se lo ha relacionado con la salud ya que es un poderoso antioxidante, el beta caroteno ayuda al sistema inmunológico, la piel, los ojos y la prevención de cáncer de próstata. En cuanto a aminoácidos la sandía posee citrulina que promueve el flujo sanguíneo mejorando la circulación, por otra parte, las semillas son ricas en proteínas, magnesio, vitamina B y grasas insaturadas.

2.14. Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento.

En una investigación titulada “Uso de mezclas de abonos orgánicos en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) Variedad Royal Charleston recinto Bijagual, cantón Salitre” (Ecuador) obtuvo los siguientes rendimientos:

- Agro nitrógeno, 22,6 toneladas/ha
- Humus + guano, 19,1 toneladas/ha
- Guano + biol, 14.8 toneladas/ha

- Biol + humus, 13,44 toneladas/ha (Pérez 2021).

En otra investigación titulada “Comportamiento agronómico del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L) con fertilización orgánica” (Quevedo, Ecuador), obtuvo los siguientes resultados:

- Crop + plus, 21,98 ton/ha
- Basfoliar algae, 13,24 ton/ha
- Eco-humus, 13,78 to/ha
- Testigo 12,27 ton/ha (Zambrano, 2015)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en la propiedad privada del tesista Abel Antonio Cuellar Velarde, ubicado en la siguiente jurisdicción:

Localidad : Villa Busch
Municipio : Cobija
Provincia : Nicolás Suárez
Departamento : Pando

Geográficamente ubicada entre las siguientes coordenadas:

Longitud oeste : 87°61'07"
Latitud sur : 05°30'10"



Figura 1. Ubicación del área experimental

2.2. Materiales

Material vegetal:

En el presente estudio fueron utilizadas semillas de sandía, da Red Haven y Santa Amelia, que son variedades híbridas, lo que significa que son el resultado del cruce de diferentes variedades para mejorar ciertas características deseables, como sabor, resistencia a enfermedades o tiempo de cosecha, además con un poder germinativo de 90 a 95%.

Abonos orgánicos:

- Estiércol bovino obtenido del corral del tesista.
- Aserrín en descomposición, obtenido de un aserradero de la ciudad de Cobija.

Equipos y herramientas de campo:

- | | |
|----------------------------|---------------------|
| ○ Mochila aspersora manual | Carretilla |
| ○ Cinta métrica (Huincha) | Regadera |
| ○ Pala | Azadón |
| ○ Rastrillo | Machete |
| ○ Motocultor | Desbrozadora |
| ○ Tanque de agua | Mangueras plásticas |
| ○ Bomba de agua | |

Material de escritorio

- | | |
|----------------------|----------------------|
| ○ Planilla | Lapicero |
| ○ Papel bond | Tinta para impresora |
| ○ Cámara fotográfica | Balanza |

3.3. Detalle del trabajo de investigación.

a) Preparación del terreno

La limpieza del terreno se realizó con herramientas manuales como desbrozadora, hachas y machetes.

La remoción del terreno se realizó con la ayuda de un motocultor, luego el nivelado con herramientas manuales como azadones y rastrillos.



Figura 2. Preparación del terreno

b) Fertilización

La fertilización constituye los tratamientos en la presente investigación, y se efectuará de la siguiente manera:

- T0 = Testigo (sin abono)
- T1 = 1,5 kg/planta de aserrín en descomposición
- T2 = 1,0 kg/planta de estiércol bovino



Figura 3. Aplicación de abonos

En el momento de la siembra se aplicaron las cantidades de abono orgánico, mezclando con la tierra superficial.

c) Siembra

La siembra se realizó manualmente, depositando dos semillas por hoyo de 5 cm de profundidad, para luego de la emergencia, eliminar una de las plantas, dejando la más vigorosa.



Figura 4. Siembra

d) Riegos

El primer se realizará después de la siembra, en horas de la tarde se realizó el primer riego para humedecer el suelo y facilitar la germinación de las semillas, esta actividad se realizó con la ayuda de una regadera manual.



Figura 5. Tanque de agua utilizado para el primer riego (manual)

La cantidad de agua agregada mediante el riego fue de 2,5 litros por planta.

Posteriormente, dependiendo debido a la escasa precipitación se instaló un sistema de riego por goteo, con una frecuencia de una vez por día (por las tardes) aplicando una dosis de 40 litros por unidad experimental aproximadamente.



Figura 6. Sistema de riego por goteo

e) Control de malezas

La limpieza de malezas entre las plantas, se realizó con azadones y rastrillos, con el cuidado de no dañar las plantas en desarrollo.



Figura 7. Control de malezas manual

f) Control de plagas y enfermedades

Si durante el ciclo productivo se presentaron insectos y enfermedades:

Hormigas conocidas como sepes, para combatir se aplicó el insecticida friponilen una dosis de 200 ml para 20 litros de agua.

Posteriormente se evidenció la presencia de langostas, petillas mosca blanca, por eso se aplicó el insecticida DECIS y CONNECT (Beta_ciflutrina), cada 7 días.

Fusarium causado por el Hongo Fusarium oxysporumfsp. niveum, para el control se aplicó el fungicida Recomil Compuesto de (Clorato de Cobre) en una dosis de 50 gramos para 20 litros de agua.

g) Cosecha

La cosecha se realizó, según los criterios para cortar las sandías los cuales son: cuando la hoja que se encontraba por encima del fruto ya presenta un desecamiento, del zarcillo más próximo a la sandía, tamaño de la fruta y sonido que emitía la -sandía al ser golpeada con la palma de la mano.

Esta actividad se lo hizo de forma manual, posteriormente se midieron las variables, características morfológicas, agronómicas y componentes del rendimiento.



Figura 8. Sandias antes de la cosecha

7.5. Métodos de recolección datos.

Longitud de la planta

Con la ayuda de una cinta métrica se midió la longitud de la planta después de floración. **Numero de frutos por planta.**

Se contó todos los frutos a medida que alcanzaron la madurez de cosecha de cada unidad experimental.



Figura 9. Número de frutos por parcela

Tamaño del fruto

Con la ayuda de una cinta métrica se midió el perímetro ecuatorial (anchura), al centro del fruto y el perímetro polar (largo del fruto), luego se calculó el diámetro dividiendo el perímetro entre el valor de pi (3,1416)**Peso del fruto.**

El peso del fruto se realizó con ayuda de una báscula.



Figura 10. Pesado del fruto

Rendimiento.

Los frutos cosechados en cada unidad experimental se los pesaron con la ayuda de una báscula, luego por regla de tres simple se lo expreso en toneladas por hectárea (ton/ha).

Análisis económico

Se consideró los costos e incrementales debido a la aplicación de abonos en cada tratamiento, los ingresos incrementales de calcularon a tomando en cuenta la diferencia del rendimiento en cada tratamiento respecto al testigo.

7.6. Diseño Experimental

El diseño experimental a empleado fue el de bloques al azar con arreglo combinatorio, con las siguientes características: Tratamientos

6

Factor A

2 Híbridos de sandía

Factor B	3 Abonos orgánicos
Repeticiones	4
Nº unidades experimentales	4
Nº plantas por Unid. Exp.	16
Distancia entre plantas	1,5 m
Superficie unidad experimental	36 m ² (6 m x 6 m).
Área a evaluar/Unid. Experim	9 m ² (3 m x 3 m)
Área total del experimento	1.102 m ² (29 m x 38 m)
Área efectiva	864 m ² (36 m ² x 24)
Croquis de campo	Ver Anexo 1

7.7. Modelo lineal adoptado

El modelo lineal adoptado (Reyes, 1986) para la presente investigación fue:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \lambda_k + \varepsilon_{ijk}$$

Donde

y_{ijk} = Resultado de cualquier unidad experimental

μ = Promedio general

α_i = Efecto del i-ésimo híbrido

β_j = Efecto del j-ésimo abono orgánico

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción híbrido x abono orgánico

λ_k = Efecto del k-ésima repetición

ε_{ijk} = Error experimental

4. RESULTADOS

4.1. Condiciones climáticas

Los datos correspondientes a las temperaturas durante el periodo de investigación (11 de junio a 20 de septiembre de 2023), donde se observa que la temperatura promedio fue de 27,2°C, la mínima media de 21,2°C y la máxima media de 33,0°C.

Tabla 2.

Promedios mensuales de temperatura y precipitación pluvial

Meses	Temperaturas			Precipitación mm
	Mínima	Promedio	Máxima	
Junio*	20,5	26,5	31,5	26,3
Julio	19,8	25,3	30,8	13,1
Agosto	21,7	28,1	34,6	23,1
Septiembre**	22,8	29,0	35,2	11,2
TOTAL				73,7
PROMEDIO	21,2	27,2	33,0	0,73

* 11 al 30 de junio de 2023 ** 1 a 20septiembre de 2020

Fuente: http (Fecha: 14/10/2023)

El Gráfico N° 1, permite observar que en el mes de septiembre se registró la mayor temperatura media, mientras que el mes de julio la temperatura media más baja.

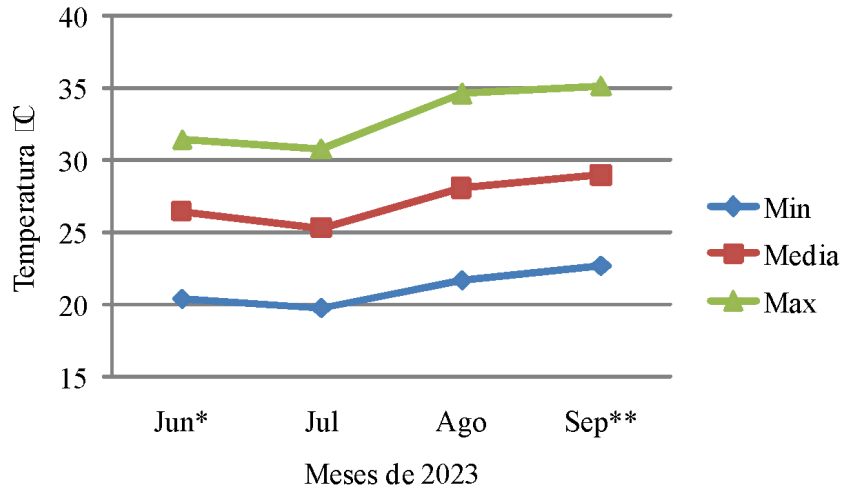


Figura 8. Promedios de Temperatura, durante el estudio

Los datos correspondientes a la precipitación pluvial que se detalla en la tabla 2 y Gráfico N° 2, indican que, durante el periodo de estudio, se registró una precipitación total de 73,7 mm, equivalente a 0,73 mm/día.

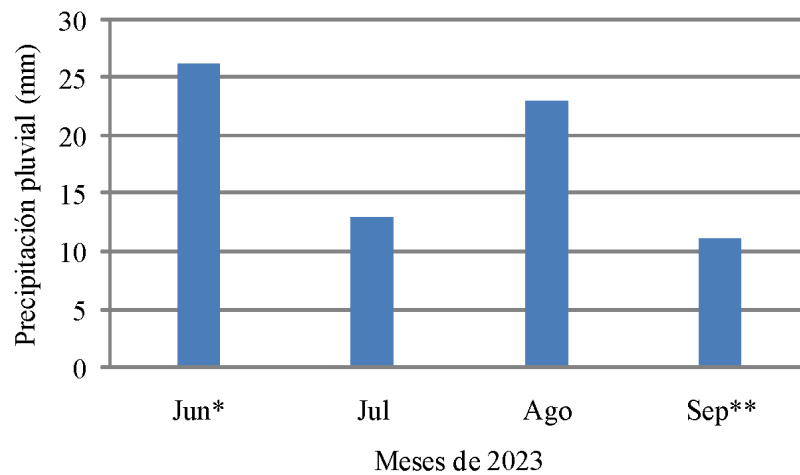


Figura 9. Precipitación pluvial, registrada durante el estudio

En el gráfico N° 2 se observa que el mes de julio se registró la precipitación pluvial más baja con 13,1 mm, mientras que la máxima precipitación tuvo lugar en el mes de junio con 26,3 mm, esto debido a las características propias de la época seca que se registra en la región. La baja precipitación pluvial registrada durante el periodo de estudio, hizo necesaria la aplicación de riego adicional.

4.2. Características agronómicas

4.2.1. Periodos de desarrollo

Los resultados indican que estas características están determinadas por factores genéticos y son muy poco influidos por los tipos de abono principalmente cuando llegan a la floración y madurez de cosecha. Sin embargo, al comparar entre híbridos es posible afirmar que Red Haven es más precoz que Santa Amelia.

Tabla 3

Días a la emergencia, floración e inicio de la cosecha

Híbridos	Abonos	Días a emergencia	Días a la floración	Días a madurez de cosecha
Red Haven	Testigo	5	68	88
	Estiércol	6	65	84
	Aserrín	6	66	84
Santa Amelia	Testigo	10	75	92
	Estiércol	9	73	89
	Aserrín	10	71	90

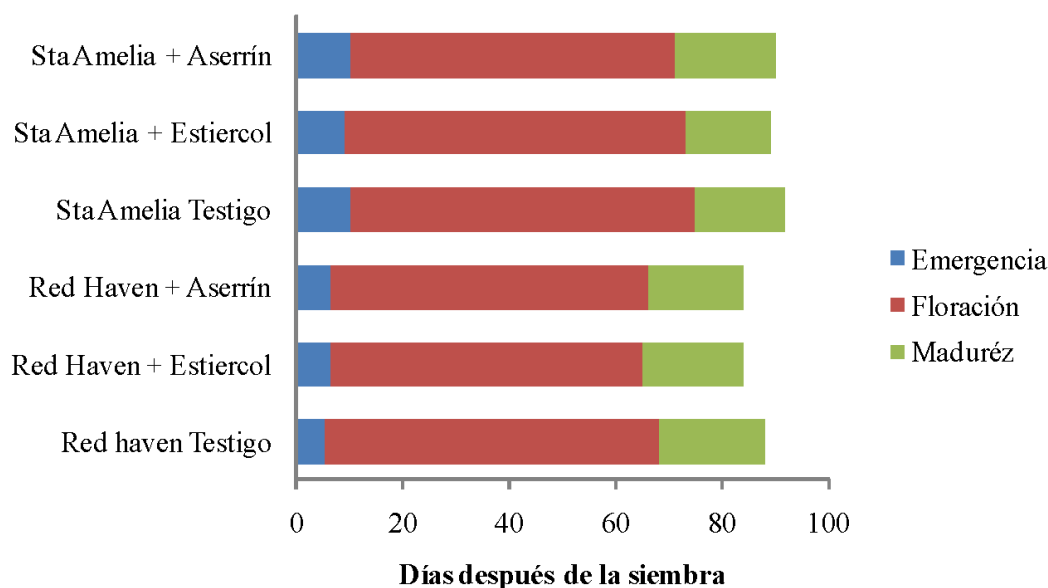


Figura 3. Días a la emergencia, floración y madurez

4.3. Características morfológicas

4.3.1. Longitud de la planta

La longitud de planta promedio fue de 1,77 m y varió desde 1,38 m en el híbrido Santa Amelia sin abono hasta 2,14 m en el híbrido Red Haven con estiércol bovino.

Tabla 4

Efecto de dos abonos orgánicos en la longitud de planta de dos híbridos de sandía

Híbridos	Abonos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
Red Haven	Testigo	1,60	1,49	1,73	1,68	1,63
	Aserrín	1,80	1,98	1,64	1,80	1,81
	Estiércol	2,24	2,03	2,15	2,14	2,14
Santa Amelia	Testigo	1,42	1,33	1,34	1,41	1,38
	Aserrín	1,71	1,68	1,79	1,94	1,78
	Estiércol	1,79	1,89	1,92	1,89	1,87
Promedio		1,76	1,73	1,76	1,81	1,77

Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza, el mismo indica diferencias no significativas entre híbridos y entre abonos no así para la interacción, considerando un 5% de probabilidad de error, por lo que los promedios fueron sometidos a la prueba de Duncan.

Tabla 5.

Análisis de varianza para longitud de planta

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	F	Sig
Repeticiones	0,018	3	0,006	0,61	3,29	n.s.
Híbridos	0,196	1	0,196	19,44	4,54	*
Abonos	1,033	2	0,517	51,18	3,68	*
Interacción	0,073	2	0,037	3,62	3,68	n.s.
Error	0,151	15	0,010			
Total	1,473	23				

La Prueba de Duncan indica que el híbrido Red Haven + estiércol bovino es estadísticamente superior a los demás tratamientos, mientras que el híbrido Santa Amelia sin abono obtuvo la menor longitud de planta.

Tabla 6.

Prueba de Duncan para longitud de la planta

Tratamientos	Promedios	
Red Haven + estiércol	2,14	
Santa Amelia + estiércol	1,87	
Red Haven + aserrín	1,81	1,81
Santa Amelia + aserrín		1,78
Red Haven testigo		1,63
Santa Amelia testigo		1,38

4.3.2. Diámetro ecuatorial del fruto

El diámetro ecuatorial de fruto promedio fue de 23,3 cm y varió desde 20,2 cm en el híbrido Santa Amelia sin abono hasta 25,2 cm en el híbrido Red Haven con estiércol bovino.

Tabla 7

Efecto de dos abonos orgánicos en el diámetro ecuatorial del fruto de dos híbridos de sandía

Híbridos	Abonos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
Red Haven	Testigo	22,8	22,8	23,8	23,8	23,3
	Estiércol	26,5	23,8	24,7	25,6	25,2
	Aserrín	24,7	26,5	21,9	24,7	24,5
Santa Amelia	Testigo	19,5	21,4	20,5	19,5	20,2
	Estiércol	23,4	22,4	25,3	23,4	23,6
	Aserrín	23,4	21,4	24,3	24,3	23,4
Promedio		22,8	22,8	23,8	23,8	23,3

Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza, el mismo indica diferencias no significativas entre híbridos y entre abonos no así para la interacción, considerando un 5% de probabilidad de error, por lo que los promedios fueron sometidos a la prueba de Duncan.

Tabla 8.

Análisis de varianza para el efecto de dos abonos en el diámetro ecuatorial de los frutos de dos híbridos de sandía.

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	F	Sig
Repeticiones	0,813	3	0,271	0,15	3,29	n.s.
Híbridos	21,660	1	21,660	11,78	4,54	*
Abonos	31,192	2	15,596	8,48	3,68	*
Interacción	4,323	2	2,161	1,17	3,68	n.s.
Error	27,592	15	1,839			
Total	85,580	23				

La Prueba de Duncan indica que el híbrido Red Haven con estiércol y aserrín son estadísticamente superior al híbrido Santa Amelia con los dos tipos de abono, mientras que el híbrido Santa Amelia testigo es estadísticamente inferior a todos.

Tabla 9.

Prueba de Duncan para el diámetro ecuatorial de fruto

Tratamientos	Promedios
Red Haven + estiércol	25,2
Red Haven + aserrín	24,5
Santa Amelia + estiércol	23,6
Santa Amelia + aserrín	23,4
Red Haven testigo	23,3
Santa Amelia testigo	20,2

4.3.3. Diámetro polar del fruto

El diámetro polar de fruto promedio fue de 24,5 cm y varió desde 21,3 cm en el híbrido Santa Amelia sin abono hasta 26,2cm en el híbrido Red Haven con estiércol bovino.

Tabla 10

Efecto de dos abonos orgánicos en el diámetro polar del fruto de dos híbridos de sandía

Híbridos	Abonos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
Red Haven	Testigo	23,9	23,9	25,0	25,0	24,5
	Estiércol	26,8	25,0	25,9	26,9	26,2
	Aserrín	25,9	27,8	23,0	25,9	25,7
Santa Amelia	Testigo	20,5	22,5	21,6	20,5	21,3
	Estiércol	24,7	23,6	26,7	24,7	24,9
	Aserrín	24,7	22,5	25,6	25,6	24,6
Promedio		23,9	23,9	25,0	25,0	24,5

Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza, el mismo indica diferencias no significativas entre híbridos y entre abonos no así para la interacción, considerando un 5% de probabilidad de error, por lo que los promedios fueron sometidos a la prueba de Duncan.

Tabla 11

Análisis de varianza para el efecto de los abonos en el diámetro polar de los frutos de dos híbridos de sandía.

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	F	Sig
Repeticiones	1,055	3	0,352	0,18	3,29	n.s.
Híbridos	19,802	1	19,802	10,41	4,54	*
Abonos	33,186	2	16,593	8,72	3,68	*
Interacción	5,566	2	2,783	1,46	3,68	n.s.
Error	28,530	15	1,902			
Total	88,138	23				

La Prueba de Duncan indica que el híbrido Red Haven con estiércol y aserrín son estadísticamente superior al híbrido Santa Amelia con los dos tipos de abono, mientras que el híbrido Santa Amelia testigo es estadísticamente inferior a todos.

Tabla 12

Prueba de Duncan para el diámetro polar del fruto

Tratamientos	Promedios
Red Haven + estiércol	26,2
Red Haven + aserrín	25,7
Santa Amelia + estiércol	24,9
Santa Amelia + aserrín	24,6
Red Haven testigo	24,5
Santa Amelia testigo	21,3

4.3.4.

4.4. Rendimiento y componentes

4.4.1. Número de frutos por planta

El número de frutos por planta promedio fue de 2,6 y varió desde 2,1 en el híbrido Santa Amelia sin abono hasta 2,8m en el híbrido Red Haven con estiércol bovino.

Tabla 13

Efecto de dos abonos orgánicos en el número de frutos por planta de dos híbridos de sandía

Híbridos	Abonos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
Red Haven	Testigo	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6
	Estiércol	2,9	2,6	2,7	2,8	2,8
	Aserrín	2,7	2,9	2,4	2,7	2,7
Santa Amelia	Testigo	2,0	2,2	2,1	2,0	2,1
	Estiércol	2,4	2,3	2,6	2,4	2,4
	Aserrín	2,4	2,2	2,5	2,5	2,4
Promedio		2,5	2,5	2,6	2,6	2,6

Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza, el mismo indica diferencias no significativas entre híbridos y entre abonos no así para la interacción, considerando un 5% de probabilidad de error, por lo que los promedios fueron sometidos a la prueba de Duncan.

Tabla 14

Análisis de varianza para número de frutos por planta

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	F	Sig
Repeticiones	0,008	3	0,003	0,13	3,29	n.s.
Híbridos	0,770	1	0,770	36,74	4,54	*
Abonos	0,343	2	0,172	8,19	3,68	*
Interacción	0,043	2	0,022	1,03	3,68	n.s.
Error	0,315	15	0,021			
Total	1,480	23				

La Prueba de Duncan indica que el híbrido Red Haven con y sin abono es estadísticamente superior al híbrido Santa Amelia.

Tabla 15.

Prueba de Duncan para número de frutos por planta

Tratamientos	Promedios
Red Haven + estiércol	2,8
Red Haven + aserrín	2,7
Red Haven testigo	2,6
Santa Amelia + estiércol	2,4
Santa Amelia + aserrín	2,4
Santa Amelia testigo	2,1

4.4.2. Peso del fruto

El peso del fruto promedio fue de 5,32kg y varió desde 4,23 kg en el híbrido Santa Amelia sin abono hasta 6,11kg en el híbrido Red Haven con estiércol bovino.

Tabla 16

Efecto de dos abonos orgánicos en el peso del fruto de dos híbridos de sandía

Híbridos	Abonos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
Red Haven	Testigo	5,84	5,59	5,59	5,84	5,72
	Estiércol	6,26	5,84	6,05	6,29	6,11
	Aserrín	6,05	6,50	5,38	6,05	6,00
Santa Amelia	Testigo	4,07	4,47	4,29	4,07	4,23
	Estiércol	5,01	4,64	5,30	4,91	4,97
	Aserrín	4,91	4,47	5,09	5,09	4,89
Promedio		5,36	5,25	5,28	5,38	5,32

Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza, el mismo indica diferencias no significativas entre híbridos y entre abonos no así para la interacción, considerando un 5% de probabilidad de error, por lo que los promedios fueron sometidos a la prueba de Duncan.

Tabla 17.

Análisis de varianza para el efecto de los abonos en el peso del fruto de dos híbridos de sandía.

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	F	Sig
Repeticiones	0,062	3	0,021	0,23	3,29	n.s.
Híbridos	9,325	1	9,325	102,61	4,54	*
Abonos	1,478	2	0,739	8,13	3,68	*
Interacción	0,179	2	0,090	0,99	3,68	n.s.
Error	1,363	15	0,091			
Total	12,408	23				

La Prueba de Duncan indica que el híbrido Red Haven con estiércol y aserrín son estadísticamente superior a los demás tratamientos mientras que el híbrido Santa Amelia testigo es estadísticamente inferior a todos.

Tabla 18

Prueba de Duncan para el peso del fruto

Tratamientos	Promedios
Red Haven + estiércol	6,11
Red Haven + aserrín	6,00
Red Haven testigo	5,72
Santa Amelia + estiércol	4,97
Santa Amelia + aserrín	4,89
Santa Amelia testigo	4,23

4.4.3. Rendimiento en kg/ha

El diámetro rendimiento de frutos promedio fue de 11,47ton/ha y varió desde 9,50ton/ha en el híbrido Santa Amelia sin abono hasta 13,15ton/ha en el híbrido Red Haven con estiércol bovino.

Tabla 19

Efecto de dos abonos orgánicos en el rendimiento de dos híbridos de sandía

Híbridos	Abonos	Repeticiones				Promedio
		I	II	III	IV	
Red Haven	Testigo	10,7	10,1	9,9	10,5	10,30
	Estiércol	13,5	12,6	13,0	13,5	13,15
	Aserrín	13,3	14,0	11,6	13,0	12,98
Santa Amelia	Testigo	8,9	9,8	9,4	9,9	9,50
	Estiércol	12,0	11,2	12,6	12,8	12,20
	Aserrín	10,8	9,8	11,2	11,1	10,73
Promedio		11,5	11,2	11,3	11,8	11,47

Los resultados fueron sometidos al análisis de varianza, el mismo indica diferencias no significativas entre híbridos y entre abonos no así para la interacción, considerando un 5% de probabilidad de error, por lo que los promedios fueron sometidos a la prueba de Duncan.

Tabla 20.

Análisis de varianza para el efecto de los abonos en el rendimiento de dos híbridos de sandía.

Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	F	Sig
Repeticiones	1,177	3	0,392	0,94	3,29	n.s.
Híbridos	10,935	1	10,935	26,29	4,54	*
Abonos	32,013	2	16,007	38,49	3,68	*
Interacción	2,470	2	1,235	2,97	3,68	n.s.
Error	6,238	15	0,416			
Total	52,833	23				

La Prueba de Duncan indica que el híbrido Red Haven con estiércol y aserrín son estadísticamente superior a los demás tratamientos mientras que el híbrido Santa Amelia testigo es estadísticamente inferior a todos.

Tabla 21

Prueba de Duncan para el rendimiento (ton/ha)

Tratamientos	Promedios	
Red Haven + estiércol	13,15	
Red Haven + aserrín	12,98	12,98
Santa Amelia + estiércol		12,20
Santa Amelia + aserrín		10.73
Red Haven testigo		10.30
Santa Amelia testigo		9,50

4.5. Análisis económico

Para el análisis económico (Sapag y Sapag, 1991) se consideró solo los costos e ingresos incrementales, es decir los costos que se generan al aplicar los tratamientos, en este caso el transporte y aplicación de estiércol bovino y del aserrín en descomposición.

También se consideró la densidad de siembra 1,5 x 1,5 m haciendo una población de 4,444 plantas por hectárea y una dosis de 1.0 kg/planta haciendo un total de 4.44 toneladas de estiércol para una hectárea;

Mientras que para el aserrín, con una dosis de 1,5 kg/planta la cantidad requerida de aserrín es de 6,67 toneladas.

Los resultados del cálculo se muestran en la tabla siguiente

Tabla 22

Cálculo de costos incrementales en los tratamientos

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	TOTAL
<u>Estiércol bovino</u>				<u>833</u>
Transporte	Toneladas	4.44	120	533
Aplicación	Jornales	3	100	300
<u>Aserrín</u>				<u>1100</u>
Transporte	Toneladas	6.67	120	800
Aplicación	Jornales	3	100	300

Para el cálculo de los ingresos, también se consideró el incremento en la producción de los tratamientos respecto a su testigo, así mismo se tomó en cuenta que una tonelada equivale a 200 sandías de un peso promedio de 5 kg y el precio de la sandía para la venta al distribuidor es de 15 bs/fruto. Los resultados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 23

Ingresos incrementales como resultado de la aplicación de abonos

DESCRIPCIÓN	Ren Tr	Ren Tes	INCRE		TOTAL
			M	PREC. U	
Red Haven + Estiércol	13,15	10,30	2,85	3.000	8.550
Red Haven + Aserrín	12,98	10,30	2,68	3.000	8.040
Santa Amelia + Estiércol	12,20	9,50	2,65	3.000	7.950
Santa Amelia + Aserrín	10,73	9,50	1,23	3.000	3.690

Para el cálculo de las ganancias por cada tratamiento se consideraron los ingresos y costos incrementales.

Según estos cálculos, el mayor beneficio económico reporta el tratamiento Red Haven + estiércol con una ganancia de 7,717 bs/ha mientras que el menor beneficio se observa en el tratamiento Santa Amelia + aserrín con 2.590 bs/ha, como se observa en la tabla siguiente:

Tabla 24

Ganancias por tratamiento

TRATAMIENTOS	INGRESOS	COSTOS	GANANCIA
Red Haven + estiércol	8.550	833	7.717
Red Haven + aserrín	8.040	1.100	6.940
Santa Amelia + estiércol	7.950	833	7.117
Santa Amelia + aserrín	3.690	1.100	2.590

5. DISCUSIÓN

5.1. Condiciones climáticas

Durante el periodo de investigación (11 de junio a 20 de septiembre de 2023), la temperatura promedio fue de 27,2°C, la mínima media de 21,2°C y la máxima media de 33,0°C. La precipitación pluvial total fue de 73,7 mm, equivalente a 0,73 mm/día.

Al respecto Castaños, (1993) afirma que el cultivo de la sandía es de clima cálido y sensible a las heladas. Las temperaturas mínimas del suelo para la germinación de esta especie son de 16°C y la máxima de 40°C con un rango óptimo de 21 – 35 °C y la temperatura óptima para el crecimiento es de 21 a 29.5 °C, pudiendo tolerar una temperatura máxima de hasta 35°C. La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 65 y 75 %, siendo un factor determinante durante la floración.

Por su parte Maroto, (1983) afirma que esta hortaliza necesita abundante agua en el periodo de crecimiento, iniciación del desarrollo del fruto y maduración, durante el ciclo agrícola requiere de 500 a 750 mm de agua. Sin embargo, se recomienda disminuir los riegos en la etapa de maduración para incrementar la concentración de los sólidos solubles.

Comparando los resultados con la bibliografía, es posible afirmar que la temperatura estuvo enmarcada en los requerimientos de la especie, mientras que la precipitación pluvial fue significativamente insuficiente, considerando que el 90% del fruto de la sandía está compuesto por agua, por lo que fue necesario aplicar riego adicional mediante riego por goteo.

5.2. Efecto de los fertilizantes orgánicos en las características morfológicas.

En la presente investigación se observó que las características morfológicas fueron los siguientes: la longitud de plata promedio fue de 1,77; El híbrido Red Haven + estiércol bovino es estadísticamente superior a los demás tratamientos. Los diámetros ecuatorial y polar promedio fueron de 23,35 cm y 24,51 cm respectivamente, en estas características el híbrido Red Haven fue estadísticamente superior al híbrido Santa Amelia.

Al respecto, Cervantes, (2005), afirma que las prácticas como la utilización de biofertilizantes constituyen una oportunidad de desarrollar y expandir el potencial productivo de los suelos y brindar una elevada calidad nutricional a los alimentos, sin agredir el medio ambiente. Se puede producir estos biofertilizantes con elementos que existen en el medio de quien esté plantando. Los abonos orgánicos es disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en los distintos cultivos, está obligando a la búsqueda de alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se le da gran importancia a este tipo de abonos, y cada vez más, se están utilizando en cultivos intensivos. La importancia del abono orgánico radica en que a través de su uso se tiende a mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales u orgánicos.

Zambrano (2015), en una investigación titulada “comportamiento agronómico del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) con fertilización orgánica” en Quevedo Ecuador, concluyó que: los tres fertilizantes orgánicos aplicados en el cultivo de la sandía se determinó lo siguiente: El tratamiento a base Crop + Plus, obtuvo la mayor longitud de planta a los 15 y 30 días después de la siembra; El tratamiento a base Crop + Plus, obtuvo el mayor diámetro de tallo y número de hojas a los 15, 30, 60 y 90; El mayor porcentaje de mortalidad a los 15, 30, 60 y 90 días se presentó en el tratamiento a base de Crop + Plus, y En el número de flores y fruto el de raíces el tratamiento a base Crop+ Plus mostró los mayores valores a los 30, 60 y 90 días.

Los híbridos empleados en la presente investigación no fueron las mismas citadas por la bibliografía sin embargo las características morfológicas son relativamente inferiores a las obtenidas en Quevedo, Ecuador, atribuible a las diferencias de suelo que caracterizan a esta parte de la región como suelos ácidos y la baja precipitación pluvial registrada durante el periodo experimental.

5.2. Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento

El rendimiento está determinado por las variables número de frutos por planta, el peso del fruto por unidad experimental, que posteriormente se expresó en toneladas por hectárea para una mejor comprensión.

En la presente investigación los resultados indican que el número de frutos por planta promedio fue de 2,6 y varió desde 2,1 en el híbrido Santa Amelia sin abono hasta 2,8 m en el híbrido Red Haven con estiércol bovino. La Prueba de Duncan indica que el híbrido Red Haven con y sin abono es estadísticamente superior al híbrido Santa Amelia. El peso del fruto promedio fue de 5,32 kg y varió desde 4,23 kg en el híbrido Santa Amelia sin abono hasta 6,11kg en el híbrido Red Haven con estiércol bovino. El diámetro rendimiento de frutos promedio fue de 11,47 ton/ha y varió desde 9,50 ton/ha en el híbrido Santa Amelia sin abono hasta 13,15 ton/ha en el híbrido Red Haven con estiércol bovino. Los efectos del estiércol bovino y aserrín en el híbrido Red Haven fueron significativamente superiores al testigo y en general sobre el híbrido Santa Amelia.

Al respecto, IIRR (1996). Sostiene que los abonos orgánicos son rico en micro y macro elementos necesarios para tener cultivos sanos, ayudar a la planta a resistir el ataque de enfermedades y plagas. Mejora la textura y estructura de los suelos, regulando su temperatura y humedad.

Por su parte, Nieto (2002) afirma que el uso de abonos orgánicos es atractivo por su menor costo de producción y aplicación, por lo que resulta más accesible a los productores sobre todo en los países donde la mayor parte de producción de alimentos se logra a través de una agricultura no tecnificada tal como ocurre en América latina. Desde el punto de vista económico es atractivo su uso ya que el costo al granel representa el 10 % menos que el uso de fertilizantes químicos.

El mismo autor añade que el abono orgánico equilibrado en nutrientes y con buenas propiedades bio-fisicoquímicas es el resultado de la descomposición de residuos orgánicos en presencia de aire (fermentación aeróbica/respiración oxidativa). El compost es la base de la huerta orgánica, al elaborar el compost se cierra el ciclo energético de la huerta y se regenera la fertilidad del suelo.

Al respecto Pérez (2021) en una investigación titulada “Uso de mezclas de abonos orgánicos en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) Variedad Royal Charleston recinto Bijagual- cantón Salitre (Guayaquil Ecuador) concluye que Al evaluar las variables de comportamiento agronómico: Longitud de guía a los 30 y 40 días, días a la floración, número de frutos por planta, diámetro del fruto, peso del fruto y rendimiento; se encontraron mejores promedios en los tratamientos: T4 Testigo convencional (Agro nitrógeno) con un valor de 22648,88 kg/ha, seguido por el T1 (humus + guano) con 19124.43 kg/ha. Los de menores promedios fueron los tratamientos: T2 (guano + biol) con 14762.63 kg/ha y T3 (biol + humus) con un valor de 13444.08 kilogramos por hectárea de rendimiento del cultivo.

Comparando los resultados de la presente investigación con los obtenidos en el cantón Salitre, los rendimientos son inferiores, sin embargo, la tecnología empleada en esa investigación es más moderna, partiendo de la preparación del terreno y manejo del cultivo.

6. CONCLUSIONES

Los análisis de los resultados obtenidos en la presente investigación, permiten efectuar las siguientes conclusiones:

- El efecto de los abonos orgánicos en los dos híbridos de sandía fue significativo. La aplicación de estiércol bovino (1 kg/planta) en el híbrido Red Haven permitió obtener los mejores resultados en las características morfológicas y rendimiento. Mientras que el híbrido Santa Amelia sin abono obtuvo los peores resultados; por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula, planteada al inicio de la investigación.
- Las características morfológicas y agronómicas como longitud de la planta, diámetro ecuatorial, polar del fruto, número de frutos por planta y peso de fruto, fueron influidos por los abonos orgánicos aplicados, siendo el mejor el estiércol bovino, seguido por el aserrín, que fueron superiores al testigo, comparando entre los híbridos la mejor resultó ser Red Haven respecto a Santa Amelia.
- El rendimiento promedio fue de 11,47 toneladas por hectárea y varió desde 9,50 hasta 13,15 ton/ha. Los mayores rendimientos estadísticamente superiores se obtuvieron en el híbrido Red Haven con estiércol bovino y aserrín, mientras que los menores rendimientos se obtuvieron en el híbrido Santa Amelia sin abono o testigo.
- Como resultado del incremento en la producción con la adición de dos tipos de abonos orgánicos se obtuvieron beneficios económicos, la mayor ganancia incremental se obtuvo en el tratamiento en el híbrido Red Haven + Estiércol con 7,717 bs por hectárea mientras que en menor beneficio se observó en el híbrido Santa Amelia + aserrín con 2,590 bs/ha.

7. RECOMENDACIONES

Por todo lo expuesto anteriormente, se recomienda:

- Recomendar el abono orgánico estiércol bovino en la dosis de 1 kg/planta en base a los parámetros cuantitativos medidos en la investigación, por haber obtenido el mayor rendimiento y en consecuencia mayores beneficios económicos.
- Es recomendable aplicar el estiércol bovino en el híbrido Red Haven para poder obtener un buen cultivo de sandía.
- Se recomienda realizar investigaciones en otros sitios de la región con estos abonos orgánicos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASERCA, 1999. La sandía, una Tradición Exportadora. Revista Claridades Agropecuarias # 75. México, D.F.
- Barajas, G.H. 2005. Evaluación de diferentes híbridos de sandía triploide en fecha tardía en Paila Coah. Tesis de Licenciatura UAAAN Saltillo Coah. 67p.
- Bizzozero. (2006). Biofertilizantes: Cronica de exquisito licor para platas. México: SAC.
- Cáceres, E. 1971. Producción de Hortalizas. Segunda Edición. Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Castaños, M. C. 1993. Horticultura Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. 1ª Edición. México. México D.F. pp 85-87, 241-243.
- Castellanos, JZ. 1980. El estiércol como fuente nitrógeno. Seminario Técnicos 5(13). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuaria – Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México 50p.
- Denisen E. L. 1987 fundamentos de horticultura editorial Limusa primera edición Pág. 542-548.
- Fersini, A. 1976. Horticultura Práctica. Segunda Edición. Editorial Diana, S. A.: México D.F.
- García, L. 2001. Fertilidad y fertilización de suelo Universidad Nacional Agraria. Managua Nicaragua. 141p.
- Gliessman, SR. 2002. Agroecológica procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 4 p.
- Hodges, L. 1995. Bee Pollination of cucurbit Crops. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources, University of Nebraska-Licoin. NF91-50.
- Juárez, G.B. 2003. Programa de mejoramiento genético de sandía en seminis, tercer simposio nacional de horticultura, producción, comercialización y exportación de cultivos hortícolas. Buenavista Saltillo.

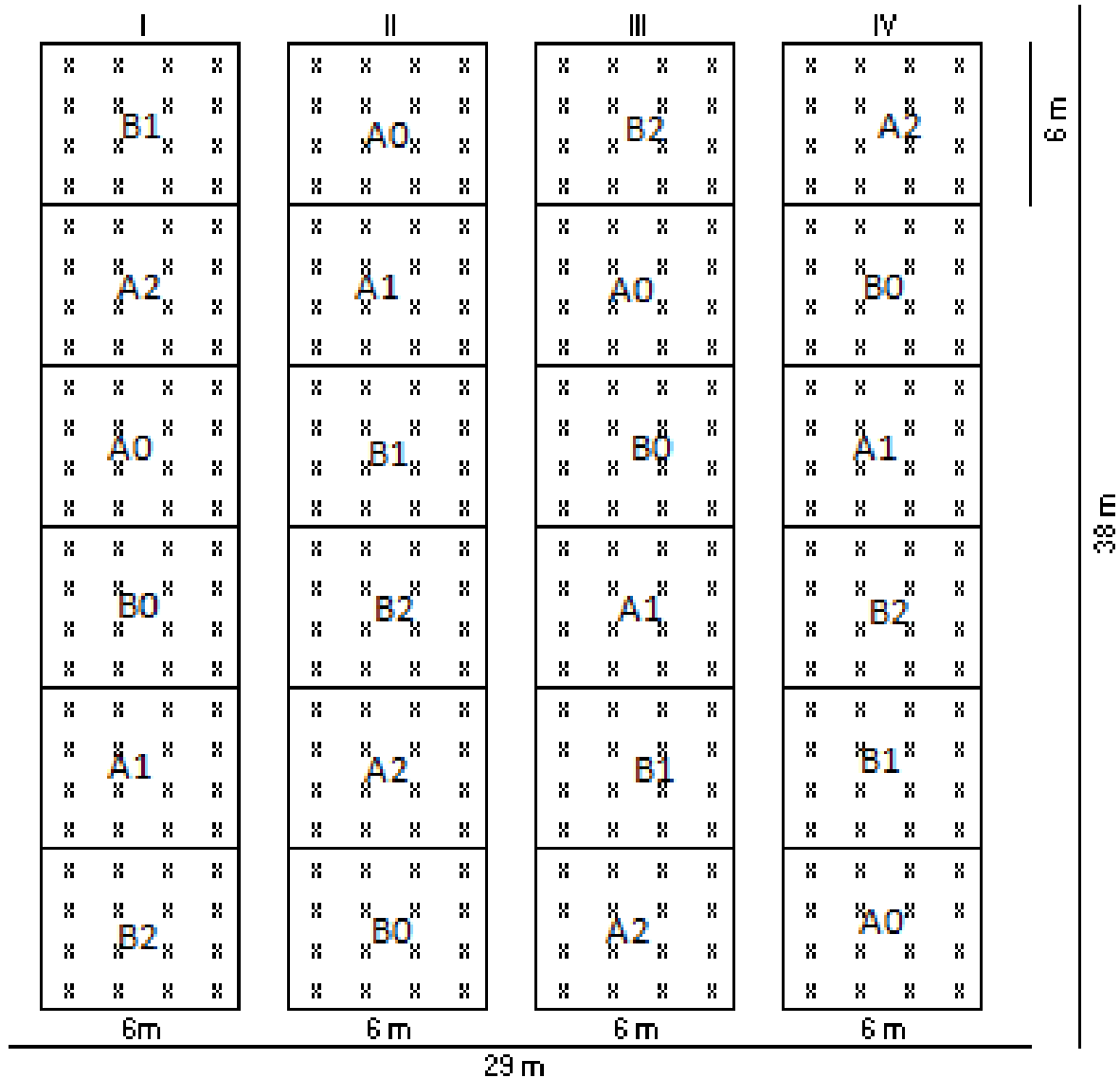
- Laguna, G y Cruz, J. 2006. Producción de semilla de pipián bajo estructuras protegidas. INTA, san Isidro. 8 p.
- Maroto Borrego, J.V.:(1983) Horticultura herbácea especial. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.
- Mohr, H.C. 1986. Watermelon Beeding. En: Breeding vegetable Crops, M. J: Bassett (ed) Aui Publishing Company Inc Wesport, Connecticut. E.U.A.
- Molinar, R. y M. Yang. 2000. Plásticos agrícolas. Selección de colores. Revista mensual. Agosto: 38-40. Productores de hortalizas. Fresno, CA, USA.
- Parsons, G. T. (1981). Different weed control systems in tomato. 13rd European Weed Research Society Symposium, Bari, Italia.
- PIAEBAC. 1961-1981. El cultivo del melón y la sandía en el valle de Mexicali. CIANO. Pp. 12- 18.
- Reyes C., P. (1986). Diseño de Experimentos Aplicados. Editorial Trillas. México.
- Robinson, R. W. And D. S. Decker-Walters. 1997. Cucurbits. CAB. International. U. K. University Press, Cambridge. U.K.
- Sapag, Ch. N. y Sapag, Ch. R. (1991). Preparación y evaluación de proyectos, Mc Graw Hill, 2da. Edición. México. D.F.
- SARH. 1983. Agenda técnica agrícola. Dirección general de producción y extensión agrícola.
- Tamaro, D. 1974. Manual de horticultura. Salvat Editores. Barcelona, España Tomo 4. Pp2989.
- Tito Trujillo, D. S. (2018). Efecto de la producción de cuatro densidades de siembra de sandía *Citrulluslanatus* (Thunb), variedad peacock en suelo entisol de Aguaytia.
- Valadez, L. A. 1997. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México, D.F. pp 233-245.
- Zambrano, N.F. (2015). Comportamiento agronómico del cultivo de sandia (*Citrulluslanatus* L.) con fertilización orgánica. Tesis de Grado. Previo a la

obtención del título de: Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica Estatal de Quevedo Ingeniería Agropecuaria. Quevedo. Ecuador.

ZONISIG (1996). Zonificación agroecológica y socioeconómica y perfil ambiental del departamento de Pando. La Paz Bolivia,

ANEXO 1

CROQUIS DE CAMPO



REFERENCIAS

A0 = Red Haven sin abono

A1 = Red Haven + aserrín

A2 = Red Haven + estiércol bovino

A0 = Santa Amelia sin abono

A1 = Santa Amelia + aserrín

A2 = Santa Amelia + estiércol bovino

I = 1ra repetición

II = 2da repetición

III = 3ra repetición

IV = 4ta repetición