


	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS				  		
	CARTA DE AUTORIZACIÓN						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-06	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 1

Neiva, 30 de Agosto de 2016

Señores

CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA

Ciudad

Los suscritos:

Natalí García Betancurt, con C.C. No. 1.075.600.015 de la Colombia-Huila, Nestor Motta Ruiz, con C.C. No. 1.083.897.181 de Neiva-Huila; autores de la tesis y/o trabajo de grado titulado “*Evaluación de cuatro abonos en el rendimiento del cultivo de sandía (citrullus lanatus) en la Granja experimental de la Universidad Surcolombiana*”; presentado y aprobado en el año 2016 como requisito para optar al título de *Ingeniero Agrícola*; autorizamos al CENTRO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN de la Universidad Surcolombiana para que con fines académicos, muestre al país y el exterior la producción intelectual de la Universidad Surcolombiana, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

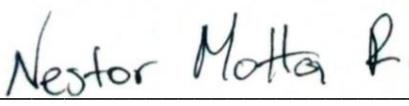
- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en los sitios web que administra la Universidad, en bases de datos, repositorio digital, catálogos y en otros sitios web, redes y sistemas de información nacionales e internacionales “open access” y en las redes de información con las cuales tenga convenio la Institución.
- Permita la consulta, la reproducción y préstamo a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato Cd-Rom o digital desde internet, intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer, dentro de los términos establecidos en la Ley 23 de 1982, Ley 44 de 1993, Decisión Andina 351 de 1993, Decreto 460 de 1995 y demás normas generales sobre la materia
- Continúo conservando los correspondientes derechos sin modificación o restricción alguna; puesto que de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación del derecho de autor y sus conexos.





De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores” , los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

AUTOR/ESTUDIANTE: Natalí García Betancurt

Firma: 

AUTOR/ESTUDIANTE: Nestor Motta Ruiz

Firma: 

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS				  		
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	1 de 3

TÍTULO COMPLETO DEL TRABAJO: Evaluación de cuatro abonos en el rendimiento del cultivo de sandía (*Citrullus Lanatus*) en la Granja experimental de la Universidad Surcolombiana

AUTOR O AUTORES:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
García Betancurt Motta Ruiz	Natalí Nestor

DIRECTOR Y CODIRECTOR TESIS:

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre
Torrente Trujillo	Armando

ASESOR (ES):

Primero y Segundo Apellido	Primero y Segundo Nombre

PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Ingeniero Agrícola

FACULTAD: Ingeniería

PROGRAMA O POSGRADO: Ingeniería Agrícola

CIUDAD: Neiva

AÑO DE PRESENTACIÓN: 2016

NÚMERO DE PÁGINAS: 57

TIPO DE ILUSTRACIONES (Marcar con una **X**):

Diagramas ___ Fotografías___ Grabaciones en discos___ Ilustraciones en general x
 Grabados___ Láminas___ Litografías___ Mapas___ Música impresa___ Planos___
 Retratos___ Sin ilustraciones___ Tablas o Cuadros X

SOFTWARE requerido y/o especializado para la lectura del documento: Ninguno

MATERIAL ANEXO: Ninguno

PREMIO O DISTINCIÓN (En caso de ser LAUREADAS o Meritoria):

PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS:

<u>Español</u>	<u>Inglés</u>	<u>Español</u>	<u>Inglés</u>
1. Cultivo de sandía	Watermelon crop	5. pH	pH
2. Rendimiento	Yield		
3. Abonos	Fertilizers		
4. Sólidos solubles	soluble solids		



GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS

DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO



CÓDIGO

AP-BIB-FO-07

VERSIÓN

1

VIGENCIA

2014

PÁGINA

2 de 3

RESUMEN DEL CONTENIDO: (Máximo 250 palabras)

Se determinó la influencia en la aplicación de 4 tipos de abonos y un testigo para la determinación del efecto de estos en el rendimiento, crecimiento y caracterización del cultivo de sandía (*Citrullus Lanatus*). El estudio se desarrolló en la Granja experimental de la Universidad Surcolombiana, situada en el Distrito de Riego el Juncal, municipio de Palermo en el departamento del Huila. Para la investigación, se utilizó un lote de 1200 m² en la serie de suelo el bosque (BS) en donde se prepararon 15 surcos, designando 3 surcos por tratamiento, se midió el tiempo de duración de cada fase vegetativa (días desde la siembra), el tamaño del fruto: largo (cm) y peso (kg). Para el diseño experimental se aplicó un diseño de bloques completos al azar (BCA) que consta de 3 bloques y 5 tratamientos: Testigo (T1), CeagroCompost (T2), Biofertilizante (T3), Abono Formula 1 C.T (T4) y Abono Formula 2 C.T . (T5), con 3 bloques siendo el factor de bloqueo las características del suelo. El tratamiento T5 presento las mejores características durante el estudio con un peso promedio de sandías de 8.84kg de 46cm de largo con un porcentaje de sólidos solubles de 8.29°Brix un pH de 6.22 con producción total de 228.6kg de esta manera se obtuvo un rendimiento total de 63.42 ton/ha. La producción más baja fue la del tratamiento T3 con 121.1kg.





ABSTRACT: (Máximo 250 palabras)

Influence was determined in the application of four types of fertilizers and a control for determining the effect of these on the yield, growth and characterization of cultivation of watermelon (*Citrullus lanatus*). The study was conducted at the experimental farm Surcolombiana University, located in the Irrigation District Juncal, Palermo municipality in the department of Huila. a batch of 1200 m² was used for research, in the series of ground forest (BS) where 15 rows were prepared, appointing three furrows per treatment, the duration of each vegetative phase (days after sowing) was measured the size of the fruit: length (cm) and weight (kg) .For the experimental design design randomized complete block (BCA) consisting of 3 blocks and 5 treatments were applied: Witness (T1), CeagroCompost (T2) , Biofertilizer (T3), fertilizer Formula 1 CT (T4) and fertilizer Formula 2 CT. (T5) with 3 blocks being the blocking factor soil characteristics. T5 treatment I present the best features during the study with an average weight of watermelons 8.84kg 46cm long with a percentage of soluble solids ° Brix 8.29 pH 6.22 with total production of 228.6kg thus yield was obtained total of 63.42 tons / ha. The lowest production was the treatment T3 with 121.1kg

APROBACIÓN DE LA TESIS

Nombre Jurado: Felipe Andrés Quimbaya Lasso

Firma:

	GESTIÓN SERVICIOS BIBLIOTECARIOS					  	
	DESCRIPCIÓN DE LA TESIS Y/O TRABAJOS DE GRADO						
CÓDIGO	AP-BIB-FO-07	VERSIÓN	1	VIGENCIA	2014	PÁGINA	3 de 3

Nombre Jurado: Lina Alexandra Meza Mendoza

Firma: _____



**EVALUACIÓN DE CUATRO ABONOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE SANDÍA (*Citrullus Lanatus*) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**NATALÍ GARCÍA BETANCURT
NESTOR MOTTA RUÍZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar el
Título de Ingeniero Agrícola**

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
Neiva – Huila
2016**


**EVALUACIÓN DE CUATRO ABONOS EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO
DE SANDÍA (*Citrullus Lanatus*) EN LA GRANJA EXPERIMENTAL DE LA
UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA**

**NATALÍ GARCÍA BETANCURT
NESTOR MOTTA RUÍZ**

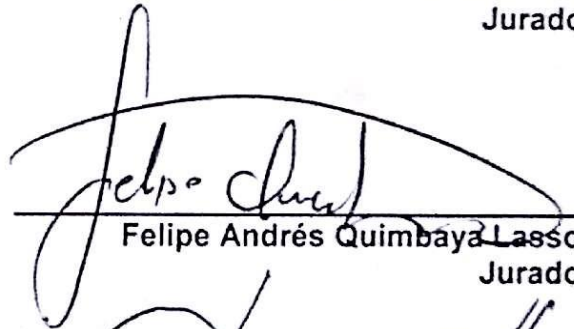
Director: Dr. Armando Torrente Trujillo

**UNIVERSIDAD SURCOLOMBIANA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
Neiva – Huila
2016**

Nota de aceptación



Lina Alexandra Meza Mendoza
Jurado



Felipe Andrés Quimbaya Lasso
Jurado



Armando Torrente Trujillo
Director del proyecto

Neiva, 29 de agosto del 2016

DEDICATORIA

La culminación de esta etapa de mi vida la ofrezco primeramente a Dios, por haberme permitido llegar hasta aquí, por darme fuerza para enfrentar cada obstáculo que se presentó, por darme salud para poder alcanzar este gran logro.

A mi padre Eduardo García Castillo, por haberme enseñado a ser perseverante, a hacer las cosas de la mejor manera, buscando siempre la perfección de nuestros logros, por su paciencia durante esta etapa que fue más extensa de lo planeado y por enseñar que las grandes cosas no son fáciles y se alcanzan con dedicación.

A mi madre Consuelo Betancurt López, por su paciencia y comprensión infinita, por enseñarme que las cosas que hacemos hay que elaborarlas con amor, por inculcarme a verle el lado bueno a las cosas y siempre tener una sonrisa para los problemas.

A mis hermanos Luis Alejandro, Perla Conyed y Ada Luz, por su colaboración y motivación en cada momento que lo necesite para poder alcanzar esta meta, por ser cada uno un gran ejemplo de responsabilidad, dedicación y superación.

Natalí García Betancurt

“Este logro está dedicado especialmente a mi familia, familia Motta Ruíz, que con su presencia, comprensión y amor, me apoyaron y acompañaron durante el desarrollo de este proyecto, porque este logro no es solamente mío ya que gracias a ellos se logró materializar un sueño”

Nestor Motta Ruíz

AGRADECIMIENTOS

Natalí García Betancurt y Néstor Motta Ruíz, expresamos los más sinceros agradecimientos a:

En primer lugar queremos agradecerles a nuestros padres, Eduardo García Castillo, Consuelo Betancurt López y José Antonio Motta Ramírez, Anatilde Ruíz Garces, por darnos el apoyo, motivación y fuerza para poder finalizar nuestra carrera profesional, en la que adquirimos una serie de habilidades y capacidades que nos permitieron culminar esta gran profesión que elegimos, la Ingeniería Agrícola.

A nuestros hermanos que de una u otra forma nos apoyaron en esta etapa de nuestras vidas, especialmente en nuestra investigación.

Al Ingeniero y maestro Mauricio Duarte Toro, a la ingeniera Lina Meza por su apoyo y gran gestión en la financiación del proyecto y por brindarnos su colaboración en las actividades relacionadas con la granja.

Al Ing., Armando Torrente Trujillo, director del proyecto, por apoyarnos, guiarnos y aconsejarnos con paciencia y dedicación durante todo el trabajo.

A Julián y al grupo de trabajo de la Granja, por su disposición, consejos y entrega en ayudarnos durante el trabajo de campo del proyecto.

Al Ing. Rodrigo Pachon Bejarano, por incentivar esta investigación, por sus consejos colaboración y acompañamiento.

Al grupo de investigadores del Laboratorio de Microbiología por su apoyo y colaboración en los procesos realizados.

A Eder Alberto Oliveros y Luis Carlos Hernández, por su compañía colaboración, consejos y conocimientos transmitidos, a Carlos Arturo Calderón por su motivación de enfrentar los obstáculos con alegría.

A todos los que de alguna manera nos apoyaron durante nuestra formación como profesionales.

Gracias Totales

ÍNDICE CONTENIDO GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	12
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	14
2.1. CULTIVO DE SANDÍA.....	14
2.1.1. Origen y taxonomía	14
2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del Cultivo de Sandía.....	18
2.1.4.1. Temperatura y humedad relativa.....	18
2.1.4.2. Luminosidad.	19
2.1.4.3. Suelo..	19
2.1.5. Particularidades del cultivo de sandía	19
2.1.5.1. Marco de plantación..	19
2.1.5.2. Riego.	19
2.1.5.3. Acolchado plástico.....	20
2.1.5.4. Fertilización.	20
2.1.6. Plagas y enfermedades.....	20
2.1.6.1. Plagas	20
2.1.6.2. Enfermedades	23
2.2. FERTILIZANTES	24
2.2.1. Los fertilizantes en la agricultura	24
2.2.2. Fertilizantes Orgánicos.....	24
2.2.3. Fertilizantes Orgánico-Mineral	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	26
3.1.1. Ubicación Geográfica	26
3.1.2. Clasificación ecológica y características meteorológicas	26
3.1.3. Características del suelo	27
3.1.3.1 Características y descripción del perfil (BS).	28
3.1.4. Materiales y equipos.....	29
3.2. MÉTODOS	29

3.2.1. Diseño experimental.....	29
3.2.1.1. Factores de estudio.....	29
3.2.2. Unidad experimental.....	30
3.2.3. Esquema de análisis de varianza.....	30
3.2.4. Variables de crecimiento evaluadas.....	31
3.2.5. Variables de caracterización evaluadas.....	31
3.2.6. Variables de rendimiento evaluadas.....	31
3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	33
3.3.1. Preparación del Biofertilizante.....	33
3.3.2. Preparación del terreno.....	34
3.3.3. Instalación del riego.....	34
3.3.4. Instalación de los cultivos.....	34
3.3.5. Labores culturales.....	35
3.3.6. Fertilización.....	35
3.3.7. Cosecha.....	36
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1. Elaboración del biofertilizante.....	38
4.2. Variables de crecimiento del cultivo.....	38
4.3. Variables de caracterización del fruto.....	41
4.3.1. Sólidos solubles.....	41
4.3.2. Potencial de Hidrogeno (pH).....	42
4.4. Variables de rendimiento del cultivo.....	43
4.4.1. Tamaño del fruto.....	43
4.4.2. Rendimiento.....	45
4.4.3. Análisis Económico.....	46
5. CONCLUSIONES.....	49
6. RECOMENDACIONES.....	50
7. BIBLIOGRAFÍA.....	51

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Planta de sandía. A. detalle de hojas B. tallo, flor masculina y zarcillo...15	
Figura 2. Flor de sandía A. Flor femenina. B. Flor masculina.....16	
Figura 3. Fruto de la sandía. A. Corteza del fruto B. Pulpa y semillas de la sandía.16	
Figura 4. Composición nutricional de la sandía.18	
Figura 5. Minador de hojas. A. Mosca minadora. B. Galerías en forma de "S"21	
Figura 6. A. Gusano Trozador. B. Gusano alimentándose de la planta adulta21	
Figura 7. Hormiga arriera22	
Figura 8. Saltamontes (Caelifera).....22	
Figura 9. Ubicación de la Granja de la Universidad Surcolombiana.....26	
Figura 10. Granja de la Universidad Surcolombiana y las fuentes hídricas que la abastecen.....27	
Figura 11. Mapa de suelos de la Granja de la Universidad Surcolombiana (Jaramillo, 1983).....27	
Figura 12. Distribución de unidades experimentales en cada bloque.....30	
Figura 13. Montaje del Sistema del Biofermentador.....33	
Figura 14. Siembra manual de la sandía.....35	
Figura 15. Abonos. A. Abono CeagroCompost (T 2). B. Biofertilizante (T 3). C. Abono Formula 1 C.T (T 4). D. Abono Formula 2 C.T (T 5).36	
Figura 16. Sandías cosechadas37	

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Fase vegetativa del cultivo de Sandía (<i>Citrullus Lanatus</i>).....	17
Tabla 2. Temperaturas críticas y humedad relativa para sandía sin injertar en las distintas fases de desarrollo.	18
Tabla 3. Resultados de las pruebas físicas, hidrodinámicas y químicas (2015) ...	28
Tabla 4. Materiales, insumos y equipos.	29
Tabla 5. Tratamientos de estudio.....	30
Tabla 6. Datos del diseño base experimental.	31
Tabla 7. Indicadores de medidas de las variables.	31
Tabla 8. Insumos del Biofertilizante.	33
Tabla 9. Dosificación del Biofertilizante.	34
Tabla 10. Dosis de aplicación de los tratamientos.	36
Tabla 11. Composición físico-química del CeagroCompost (T2).....	57
Tabla 12. Análisis físico-químicos del Biofertilizante elaborado "in situ".	36
Tabla 13. Datos registrados del Biofertilizante.....	38
Tabla 14. Duración de las etapas vegetativas.	38
Tabla 15. Duración en días de las etapas vegetativas.....	39
Tabla 16. Análisis de Varianza para Sólidos Solubles - Suma de Cuadrados Tipo III	42
Tabla 17. Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III	43
Tabla 18. Análisis de Varianza para Peso - Suma de Cuadrados Tipo III	44
Tabla 19. Análisis de Varianza para Tamaño del fruto - Suma de Cuadrados Tipo III	45
Tabla 20. Análisis de Varianza para Rendimiento - Suma de Cuadrados Tipo III.	46
Tabla 21. Costo de los abonos.	47
Tabla 22. Costos de producción del cultivo de sandía.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfica 1. Germinación de la sandía en cada tratamiento.....	39
Gráfica 2. Desarrollo foliar del Cultivo de sandía para los 5 tratamientos.	40
Gráfica 3. Etapa de floración del cultivo de sandía en cada tratamiento.	40
Gráfica 4. Desarrollo del fruto en cada tratamiento.	41
Gráfica 5. Etapa de maduración en el cultivo de sandía para los 5 tratamientos.	41
Gráfica 6. Sólidos solubles de los frutos de cada tratamiento.	42
Gráfica 7. Datos promedios del potencial de hidrogeno (pH) de los frutos de cada tratamiento	43
Gráfica 8. Peso del fruto para cada tratamiento.	44
Gráfica 9. Largo del fruto	44
Gráfica 10. Rendimiento del cultivo	45
Gráfica 11. Medias y 95.0% de Tukey HSD	46

RESUMEN

Se determinó la influencia en la aplicación de 4 tipos de abonos y un testigo para la determinación del efecto de estos en el rendimiento, crecimiento y caracterización del cultivo de sandía (*Citrullus Lanatus*). El estudio se desarrolló en la Granja experimental de la Universidad Surcolombiana, situada en el Distrito de Riego el Juncal, municipio de Palermo en el departamento del Huila. Para la investigación, se utilizó un lote de 1200 m² en la serie de suelo el bosque (BS) en donde se prepararon 15 surcos, designando 3 surcos por tratamiento, se midió el tiempo de duración de cada fase vegetativa (días desde la siembra), el tamaño del fruto: largo (cm) y peso (kg). Para el diseño experimental se aplicó un diseño de bloques completos al azar (BCA) que consta de 3 bloques y 5 tratamientos: Testigo (T1), CeagroCompost (T2), Biofertilizante (T3), Abono Formula 1 C.T (T4) y Abono Formula 2 C.T . (T5), con 3 bloques siendo el factor de bloqueo las características del suelo. El tratamiento T5 presento las mejores características durante el estudio con un peso promedio de sandías de 8.84kg de 46cm de largo con un porcentaje de sólidos solubles de 8.29°Brix un pH de 6.22 con producción total de 228.6kg de esta manera se obtuvo un rendimiento total de 63.42 ton/ha. La producción más baja fue la del tratamiento T3 con 121.1kg.

Palabras Claves: Cultivo de sandía, Rendimiento, abonos, Sólidos solubles, pH.

Abstract

Influence was determined in the application of four types of fertilizers and a control for determining the effect of these on the yield, growth and characterization of cultivation of watermelon (*Citrullus lanatus*). The study was conducted at the experimental farm Surcolombiana University, located in the Irrigation District Juncal, Palermo municipality in the department of Huila. a batch of 1200 m² was used for research, in the series of ground forest (BS) where 15 rows were prepared, appointing three furrows per treatment, the duration of each vegetative phase (days after sowing) was measured the size of the fruit: length (cm) and weight (kg) .For the experimental design design randomized complete block (BCA) consisting of 3 blocks and 5 treatments were applied: Witness (T1), CeagroCompost (T2) , Biofertilizer (T3), fertilizer Formula 1 CT (T4) and fertilizer Formula 2 CT. (T5) with 3 blocks being the blocking factor soil characteristics. T5 treatment I present the best features during the study with an average weight of watermelons 8.84kg 46cm long with a percentage of soluble solids ° Brix 8.29 pH 6.22 with total production of 228.6kg thus yield was obtained total of 63.42 tons / ha. The lowest production was the treatment T3 with 121.1kg.

Keywords: Watermelon crop, Yield, fertilizers, soluble solids, pH.

INTRODUCCIÓN

Los abonos son la combinación de residuos vegetales, animales o mixtos con diferentes minerales que sirven para proporcionar nutrientes al suelo algunos generan contaminación química y deterioro de este a mediano y largo plazo. Los abonos orgánicos actualmente están siendo usados como alternativa en el manejo de los cultivos, con el fin de disminuir la contaminación química del suelo ocasionada por fertilizantes comerciales. Existen diferentes tipos de abonos, entre ellos se resaltan los sólidos los cuales se conforman generalmente por compost y abonos verdes; y los líquidos entre ellos diferentes caldos nutritivos.

El principal problema que se presenta al usar estos abonos orgánicos según los agricultores es la baja en el rendimiento de sus cultivos a corto plazo a comparación de los rendimientos de estos con los abonos convencionales.

La sandía comenzó a cultivarse en África, desde donde se extendió por Europa, Próximo Oriente y la India. Posteriormente llegó a China y a América. Actualmente es cultivada sobre todo en Asia, aunque África, Europa y Norteamérica también tienen producciones destacables. China es el principal país productor. Actualmente Asia es el principal continente productor de sandías, con más del 80% de la producción mundial. África, Europa y Norteamérica tienen producciones similares, en torno a los 3-4 millones de toneladas anuales. Los principales exportadores a nivel mundial son México, España, Costa Rica, Estados Unidos y Brasil (FAO., 2011).

La fertilización racional es una aproximación razonada al establecimiento de normas de fertilización. Estas normas están fundamentadas en los principios de la nutrición de los cultivos y en la dinámica de los nutrientes en el suelo Rodríguez *et al.* 2001. La hipótesis central de esta aproximación postula que con el conocimiento de los procesos relevantes del sistema clima-suelo-cultivo-fertilizante hace posible formular una recomendación de fertilización para cada cultivo particular.

Los sistemas agrícolas sustentables son aquellos que permiten satisfacer las necesidades humanas modernas, sin comprometer las futuras, están encauzados a mantener los bienes y servicios, respetando y conservando los sistemas productivos, respondiendo a las exigencias sociales y ambientales. (Soriano, 1996 citado por Oberti *et al.*, 2007).

La estrategia de desarrollo agrícola sustentable debe estar basada en principios agroecológicos que permitan involucrar una mayor participación y difusión de tecnologías. Está fundada sobre conocimientos indígenas y tecnologías modernas de bajos insumos, éste sistema incorpora principios biológicos y recursos locales, proporcionando a los pequeños agricultores una forma ambientalmente sólida y

rentable de intensificar la producción en áreas marginales, pero la problemática principal no es lograr el rendimiento máximo, sino una estabilización a largo plazo (Altieri *et al.*, 1999).

Sin embargo, la agricultura moderna se ha vuelto compleja, ya que depende del manejo intensivo, disponibilidad ininterrumpida de los recursos y de energía adicional para obtener ganancias en el rendimiento de los cultivos (Altieri., 2001). Su intensificación, sumada a la inconsciencia ambiental, ha provocado problemas en los campos como: contaminación, resistencia e inducción de plagas y enfermedades, entre otros; poniendo en riesgo la capacidad de los agro ecosistemas para producir en forma sustentable (Sarandón., 2000). Cosnia (1993) citado por Oberti *et al* (2007) señala que durante los procesos de degradación de los recursos naturales en la agricultura los más afectados han sido el suelo (erosión, desertificación, pérdida de fertilidad, salinización, etc.) y el agua (superficial y del subsuelo). No aplicar prácticas agronómicas como: rotación de cultivos, eliminación de residuos de cosecha, uso adecuado de agroquímicos, conocimiento del manejo de plagas y enfermedades, etc. hacen que un sistema de producción sea perjudicial al medio ambiente por las prácticas contaminantes que se utilizan para su desarrollo.

Los abonos orgánico-minerales adquieren cada vez más importancia por su rol en el acondicionamiento del suelo y su capacidad para suplir sustancias nutritivas en los cultivos, especialmente en áreas agrícolas de economía campesina, contribuyendo de esta manera a la seguridad alimentaria de las poblaciones. El objetivo del presente trabajo fue realizar una comparación entre cuatro tipos de abonos en el cultivo de sandía; dentro de los cuales se elaboró un abono orgánico líquido (biofertilizante), se adquirió un abono comercial (Ceagrocompost) y 2 tratamientos desarrollados por el Corredor Tecnológico del Huila (C.T). Se realizó la comparación frente a un testigo para evaluar la respuesta del cultivo establecer si existe un efecto significativo de los tratamientos que genere diferencia entre las características, rendimiento, desarrollo vegetativo y crecimiento del cultivo, además evaluar la rentabilidad del uso de cada uno.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. CULTIVO DE SANDÍA

2.1.1. Origen y taxonomía

El origen del cultivo de sandía se registra de hace 5000 años en África, en la zona del desierto del Kalahari hasta Egipto, donde se presentaron los primeros campos de sandía sembrados de forma manual, este fruto fue muy apreciado debido a las propiedades medicinales otorgadas por los consumidores, esta fruta no presenta registros antiguos sobre su existencia, solamente los antiguos jeroglíficos de la cultura egipcia. Debido a esto se asume que paso de la parte baja de la cuenca del mediterráneo a la parte norte, a países como Grecia, Italia, y España en el siglo VIII y al continente asiático en el siglo X.

Su nombre proviene del árabe hispánico *sandíyya*, y este del árabe clásico *sindiyyah*, También es conocida como patilla o melón de agua, este último debido a su contenido de agua que es superior al 90% de su contenido. La sandía es una fruta altamente comercializada por el mundo siendo los principales países productores: China, Turquía, Grecia, Italia, España y Japón. (Casaca, 2005)

El cultivo de sandía taxonómicamente presenta la siguiente clasificación: reino *plantae*, subreino *viridaeplantae*, división *traespermatophyta*, Subdivisión *Spermatohphytina*, Infradivisión *Angiosperma*, clase *dicotiledoneae* o *Magnoliopsida*, Subclase *Dilleniidae*, Superorden *Rosanae*, orden *cucurbitales*, familia *cucurbitaceae*, Subfamilia *Cucurbitodeae*, Tribu *Benincaseae*, Subtribu *Benincasinae*, genero *citrullus* Schrad. Ex Eckl. & Zeyh, especie *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai (Corpoica, 2000; USDA-ARS, 2015; ITIS report, 2015; De la Rosa, 2012).

La familia de las cucurbitáceas es una de las familias más abundantes del nuevo mundo, incluye plantas que son importantes como hortalizas. Esta familia está conformada por 90 géneros y 850 especies. La mayoría de las especies de esta familia están adaptadas a climas cálidos y no superan temperaturas menores de 0°C, se cultivan en regiones de clima templado y veranos cálidos y largos (De la rosa, 2012).

El cultivo de sandía presenta más de 50 variedades las cuales dependen de su forma, tamaño, color de pulpa, color de piel, peso, periodo de maduración, entre otras características. genéticamente existen dos variedades, las sandías con semillas son las cultivadas tradicionalmente que presentan semillas negras o marrones de consistencia leñosa y las sandías sin semillas estas presenta unas semillas de color blanco y corteza de color verde claro con rayas verde oscuro. Comercialmente existen diversas variedades híbridas las cuales se dividen en dos

grandes grupos; tipo sugar Baby y Tipo Crimson. según la forma de los frutos tenemos, frutos redondos de corteza de color verde oscuro las variedades más destacadas son: Crimson Sweet, Resistent, Sugar Baby, Dulce Maravilla o Sweet Marvell y Early Star, y frutos alargados de corteza verde con bandas de verde claro, entre estos están la variedades tipo Klondike y Charleston Gray, (Casaca, 2005).

2.1.2. Características del cultivo

La planta de sandía, es una planta anual herbácea rastrera que contiene un sistema radicular que está conformado por una raíz principal, raíces primarias y secundarias, la raíz principal es la más desarrollada de todas y puede alcanzar longitudes de 2 metros y profundizarse hasta 1 metro, (Casaca, 2005).

Los tallos de la sandía son blandos y verdes (herbáceos) de desarrollo rastrero, en estado de 5 a 8 hojas desarrolladas, el tallo principal comienza a brotar ramas de segundo orden y así hasta que la planta alcanza longitudes de 4 5 metros, sus ramas poseen zarcillos caulinares que le sirven para trepar a otras plantas o superficies. El tallo presenta forma cilíndrica con surcos longitudinalmente y pelos cortos y finos (Rechen, 2000; Casaca, 2005).

Las hojas son grandes, simple, pecioladas de forma ovalada, dividida en 3 - 5 lóbulos, distribuidas en disposición alterna de color verde pardo, el haz es suave al contacto, en cambio el envés presenta una textura muy áspera y nerviaciones muy pronunciadas como se muestra en la figura 1. La hoja está cubierta por una capa de células que les proporcionan resistencia a la sequía y las protege del sol (Galeano, 2011).

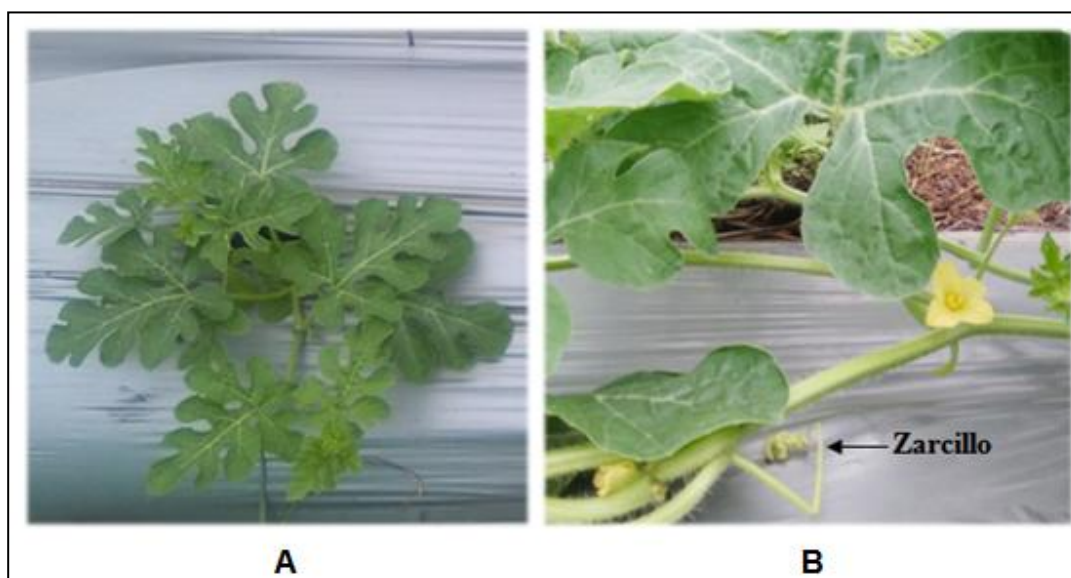


Figura 1. Planta de sandía. A. detalle de hojas B. tallo, flor masculina y zarcillo

La sandía es una planta monoica es decir que existen flores masculinas y femeninas en la misma planta, estas nacen en las axilas de las hojas por medio de yemas floríferas protegidas por hojas. Las flores son de color amarillo, siendo atractivas para el insecto polinizador por su color y aroma. Las flores femeninas se distinguen de las masculinas porque estas presentan estambres rudimentarios y un ovario ínfero que se asemeja a una sandía del tamaño de una aceituna (Figura 2).



Figura 2. Flor de sandía A. Flor femenina. B. Flor masculina

Las semillas son de diferentes colores dependiendo la variedad existen de color café, blanca, amarillas y negras; son de forma elipsoidal aplastada de la parte del hilo con una longitud menor que el doble del ancho. Las semillas alcanzan su madurez a los 15 días después de la maduración (Rechen, 2000; Galeano, 2011).

La sandía es una baya globosa con placenta carnosa y epicarpio quebradizo, su peso oscila entre los 2 - 20 kilogramos. La corteza generalmente es lisa, puede presentar diferentes tonos de verde y tener franjas de un tono verde más claro; la pulpa también puede ser de varios colores (rojo, rosa, amarillo o blanco) como se observa en la figura 3, esto depende de la variedad de la sandía, el sabor es dulce y tiene un contenido de agua del 90% del fruto (Rechen, 2000; Casaca, 2005).

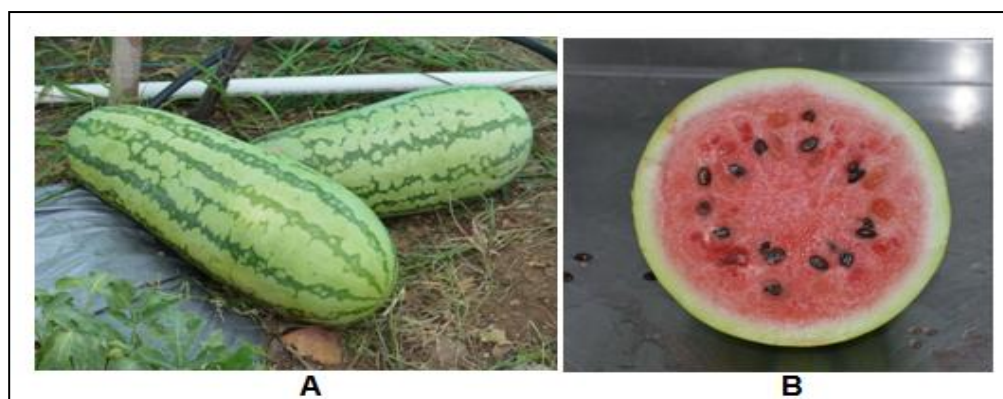







Figura 3. Fruto de la sandía. A. Corteza del fruto B. Pulpa y semillas de la sandía

La sandía (*Citrullus Lanatus*) por ser un fruto no climatérico, su recolección debe hacerse cuando esté completamente maduro. Este estado se puede identificar observando cambio en las características de la planta, como el marchitamiento de los zarcillos próximos al fruto, también el cambio de color de la parte del fruto que descansa sobre el suelo tomando un tono de amarillo cremoso.

La fase vegetativa de la sandía se divide en 5: germinación, desarrollo foliar, floración, desarrollo del fruto y maduración del fruto. En la tabla 1 se presenta una breve descripción de cada fase y el tiempo de duración a partir de la siembra (dds).

Tabla 1. Fase vegetativa del cultivo de Sandía (*Citrullus Lanatus*)

FASE VEGETATIVA CULTIVO DE SANDÍA				
Germinación	Desarrollo Foliar	Floración	Desarrollo De Fruto	Maduración
5-6 dds	18-23 dds	25-40 dds	71 dds	92-100 dds
				
Aparece la primera hoja sobre la superficie.	Aparecen las hojas verdaderas. En esta fase la planta se mantiene en crecimiento vegetativo hasta el inicio de la fase de floración.	Apertura de las primeras flores	Aparición y desarrollo del fruto.	El fruto adquiere su máximo tamaño y color típico.

Fuente: Adaptación de Yzarra *et al* (2011)

2.1.3. Composición Nutricional De La Sandía

La sandía es un fruto con alto contenido de agua siendo este el 93% del peso de la fruta, por esta razón su valor nutricional se considera poco importante, sus niveles de vitaminas son medios siendo una buena fuente de vitamina A, C, B y minerales como magnesio y potasio (Figura 4). Debido a esto es una fruta con poder diurético, antioxidante y alcalinizante lo que favorece a la desintoxicación del organismo. Tiene alta presencia de carotenoide licopeno responsable del color rojo de la pulpa, este elemento corresponde al 30% de los carotenoides que contiene el cuerpo humano (SIICEX, 2008).

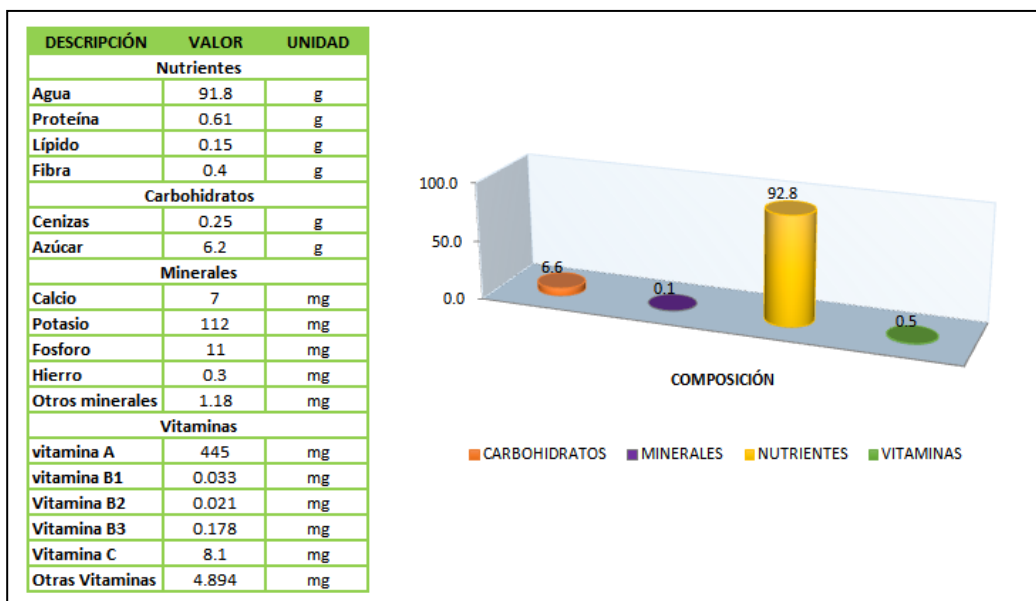


Figura 4. Composición nutricional de la sandía

2.1.4. Requerimientos edafoclimáticos del Cultivo de Sandía

2.1.4.1. Temperatura y humedad relativa. El clima cálido y las temperaturas entre 21- 35 ° C son las condiciones más recomendadas para el cultivo de sandía, no se debe exponer a las plantas a diferencia de temperatura de más de 10°C entre el día y la noche, debido a que este cultivo presenta alta susceptibilidad a las bajas temperaturas, presentando problemas de agrietamiento en los tallos. (MinAgricultura, 2001; Casaca, 2005; Escalona *et al* 2009).

El cultivo de sandía debe presentar una humedad relativa optima de 65-75 %, para poder incrementar el contenido de azúcar y la cantidad de frutos (Escalona *et al* 2009). La humedad relativa alta expone al cultivo al desarrollo de enfermedades que afectan la calidad de los frutos. (Corpoica, 2002). La humedad relativa y la temperatura varían dependiendo de la etapa vegetativa del cultivo como se observa en la tabla 2.

Tabla 2. Temperaturas críticas y humedad relativa para sandía sin injertar en las distintas fases de desarrollo

Fase de desarrollo	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
Detención de la vegetación	11- 13	65-75
Germinación	Mínima: 15, Máxima: 25	65-75
Floración	Optima: 18-20	60-70
Desarrollo fruto	Optima: 23-28	55-65
Maduración del fruto	23-28	55-65

Fuente: Escalona *et al.* (2009), Galeano *et al.* (2011)

2.1.4.2. Luminosidad. La luminosidad junto con la temperatura son factores de bastante importancia para el desarrollo del ovario de la flor ya que necesita aproximadamente 10 horas de luz al día, debido que si se presentan días largos con altas temperaturas se forman más flores masculinas y en días cortos y temperaturas moderadas favorece la formación de flores femeninas (Escalona et. al (2009), Promosta, 2005).

2.1.4.3. Suelo. El suelo es un factor muy importante para el rendimiento y la calidad del cultivo de sandía, por lo tanto una de las principales características es el buen drenaje y la presencia de materia orgánica. La textura más recomendada para el mejor desarrollo vegetativo de la planta es franco arenoso, en caso de otra textura se recomienda mejorar el drenaje y el contenido de materia orgánica según sea necesario (FAO, 1994; Casaca, 2005).

La sandía es un cultivo que soporta suelos ácidos y tolera sales del agua de riego y suelo, el pH recomendado es de 5.0 a 6.8 y la conductividad máxima de 1,5 dS/m y 2,2 dS/m respectivamente. la profundidad es otro factor importante para el desarrollo del cultivo, debido que al desarrollo radicular de la planta es bastante voluminoso alcanzando longitudes que sobrepasa los tallos rastreros y profundidad de 30 cm, por lo tanto se recomienda suelo con profundidad entre 35 y 50 cm (Escalona et al, 2009 ;FAO 2002).

2.1.5. Particularidades del cultivo de sandía

2.1.5.1. Marco de plantación. El marco de plantación depende de la variedad cultivada, los marcos de plantación más comunes en sandías son los de 2m x 2m y 4m x 1m, El primero tiene el inconveniente de que se cubre la superficie muy pronto e incluso a veces antes de que se hayan desarrollado suficientes flores femeninas, ya que éstas aparecen a partir de la quinta o sexta coyuntura. El segundo marco es más apropiado, ya que además permite un mejor aprovechamiento del agua y de los nutrientes y el descanso de cierta parte del terreno (por la disposición de los ramales porta goteros, que se colocan pareados por línea de cultivo) y un ahorro en la colocación de materiales de semiforzado (Alvarado, 2008).

2.1.5.2. Riego. El riego por goteo es el sistema más extendido en sandía bien sea en invernadero o en cultivo extensivo, con aporte de agua y nutrientes en función del estado fenológico de la planta, así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).

La sandía puede desarrollarse en seco, pero su condición ideal es en regadío. Las mayores necesidades de agua las requiere desde la floración hasta que finaliza el crecimiento de sus frutos. Una vez finaliza este periodo, en el cultivo de sandía es muy importante el control del riego, que ha de ser constante para evitar el rajado

o “cracking”. Algunas fuentes señalan que una reducción progresiva del caudal de riego cuando finaliza el crecimiento de los frutos aumenta el contenido de azúcares en la sandía.

En definitiva, para poder cosechar sandías grandes y jugosas es fundamental que haya humedad constante durante todo el proceso de crecimiento de la planta, y una vez que ya tiene el tamaño y está en medio del proceso de maduración, regular los riegos y reducirlos para aumentar la concentración de azúcares (Candahia, 2005).

2.1.5.3. Acolchado plástico. Es una técnica que se utiliza usualmente en el cultivo de sandía ya que presenta muchos beneficios para el cultivo, debido a que ayuda a conservar la humedad del suelo disminuyendo evaporación, aumenta la temperatura, conserva mejor las propiedades del suelo evitando la compactación y a su vez sirve de control de malezas alrededor de las plantas. Al realizar la siembra se recomienda tener cuidado de que el tallo de la planta no esté en contacto con el plástico para evitar quemaduras (Casaca, 2005; FAO 2002).

2.1.5.4. Fertilización. Dentro de los requerimientos que demanda el cultivo de sandía para su buen desarrollo se destacan durante sus primeras fases de cultivo altos contenidos de nitrógeno y potasio y en menor cantidad fósforo, la demanda de potasio aumenta progresivamente y es determinante sobre la precocidad, coloración y calidad de los frutos, al pasar la etapa de floración la demanda de potasio se equilibra. Es recomendable a partir de los 10 días de la siembra comenzar una fertilización foliar con productos rico en calcio y boro. El magnesio es esencial para el buen desarrollo ya que es el responsable de la materia vegetal necesaria para la fotosíntesis.

En estudios en sistemas de cultivo sin suelo (soilless culture systems), se determinó que la CE más apropiada para este cultivo es de $1.2 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$. En medios de mayor salinidad, la tasa fotosintética de las hojas disminuye, lo que ocasiona una disminución en el tamaño de los frutos. El total de sólidos solubles de la fruta no se afecta con la salinidad (Alvarado, 1986, Guerrero, 1996).

2.1.6. Plagas y enfermedades

2.1.6.1. Plagas

Minador de hojas (*Liriomyza sativae*). El minador de hojas es una mosca de 1 a 1,8 mm de largo de color negro y manchas amarillas, existen diferentes especies de minadores, la más común en el cultivo de sandía es *liriomyza sativae*, estas moscas depositan los huevos en la superficie de las hojas, donde se encubran hasta pasar a la etapa de larva, estas son las responsables de las características galerías en forma de "s" en las hojas como se muestra en la figura 5, debido que

las larvas se alimentan de ellas, perjudicando la planta para el proceso de fotosíntesis y exponiéndola a diferentes enfermedades.(Productores de hortalizas, 2005).



Figura 5. Minador de hojas. A. Mosca minadora. B. Galerías en forma de "S"

Gusano trozador (*Agrotis ipsilon*). Es una polilla de color café grisáceo con hábitos nocturnos, las larvas del *Agrotis ipsilon* son de color café con dos líneas de café claro en la parte superior (figura 6. A.), permanecen en forma de "c" en el suelo cerca de las plantas durante el día, de noche salen a alimentarse, comiendo el tallo de las plantas más jóvenes y el follaje y flores de las más adultas (figura 5.B.). Esta plaga puede producir retraso en el desarrollo vegetativo del cultivo incluso la muerte de las plantas más jóvenes (Productores de hortalizas, 2005).



Figura 6. A. Gusano Trozador. B. Gusano alimentándose de la planta adulta

Hormiga arriera o cortadoras de hojas (*Atta. Sp*). Estas hormigas cortadoras de hojas, se caracterizan por presentar un color marrón rojizo como se aprecia en la figura 7, estas hormigas presentan diferentes tamaños según su función en la colonia.

Las hormigas arrieras representan un gran peligro para los cultivos, debido a los impactos negativos directo como la defoliación de las áreas productivas retrasando el desarrollo vegetativo del cultivo. Otro gran problema ocasionado por este

insecto, es la contaminación que se genera para mantener un control y así evitar las grandes pérdidas de cultivos, debido que la mayoría de los agricultores utilizan insecticidas químicos de categoría toxicológica I y II, las cuales afectan el ambiente y las personas que manipulen estos productos (Vergara, 2005).



Figura 7. Hormiga arriera

Saltamontes (Caelifera). Este insecto es considerado una plaga debido a su característica de migrar fácilmente y reproducirse rápidamente, siendo capaces de acabar con grandes extensiones de cultivos. Los saltamontes pertenecen a la familia de los acrididos su coloración más común es gris oscura con manchas negras, una característica importante son sus patas grandes y fuertes diseñadas para saltar (Figura 8). Los saltamontes se alimentan de hierbas u otras plantas que seleccionan con ayuda de sus antenas (Martínez y Zerbino 2008).



Figura 8. Saltamontes (Caelifera)

El control de esta plaga generalmente se hace con manejo de arvenses, manteniendo las zonas de cultivos libre de residuos de plantaciones anteriores, pero generalmente se utilizan insecticidas de categoría toxicológica III, generando gran riesgo a los manipuladores del producto, por lo cual se recomienda en uso de los implementos de protección.

2.1.6.2. Enfermedades

Añublo polvoriento (*Oidium* sp). Los cultivos pertenecientes a la familia de las cucurbitáceas son muy susceptibles a esta enfermedad ocasionada por un hongo. El ataque comienza en el envés de las hojas más cercanas al tallo, pero en ataques severos la característica polvoriento de este hongo se puede observar en los peciolos, tallos y planta en general. Las plantas con esta enfermedad comienzan a tomar manchas amarillas en sus hojas hasta que se secan por completo quedando cubiertas por una cantidad diminuta de esporas.

Esta enfermedad es muy común en época de sequía y de cambios repentinos de temperatura ya que el hongo empieza a desarrollarse debido a la humedad presente en las hojas por el agua de rocío, el añublo polvoriento ataca también las arvenses presentes en el terreno (Alvarado, 2011).

Para el control se recomienda el uso preventivo de variedades resistentes, evitar las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo, además la utilización de fungicidas especiales para este tipo de hongos teniendo en cuenta el cultivo (Productores de hortalizas, 2005).

Añublo lanoso “mildiu veloso” (*Pseudoperonospora cubensis*). Este hongo ataca principalmente al cultivo después de la floración, el mildiu veloso penetra las estomas creando un micelio para así alimentarse de las células. La propagación del hongo se realiza por el viento (Alvarado 2011).

El mildiu veloso presenta características similares al añublo lanoso presentando manchas amarillas pero a diferencia de este el mildiu las desarrolla en el haz de las hojas y no en el envés. En tiempo de lluvia se observa el crecimiento lanoso de color gris en el envés de la hoja, este se propaga desde las hojas primarias hasta secar toda la ramificación, lo que impide que el fruto se desarrolle por completo presentando niveles bajos de azúcar y además posibles daños por exposición excesiva al sol.

Como medidas de control se recomienda usar variedades resistentes, eliminar cualquier residuo de plantas que presenten este hongo, para cuando la enfermedad está avanzada se recomienda el uso de fungicidas (Productores de hortalizas, 2005).

2.2. FERTILIZANTES

2.2.1. Los fertilizantes en la agricultura

El uso de los fertilizantes ha venido aumentando en el último siglo, debido a la necesidad de aumentar el rendimiento de los cultivos. El deterioro del suelo por causa de la explotación excesiva, han ocasionado la pérdida de nutrientes por ende el desarrollo de los cultivos es más lento y de menor calidad (FAO, 1993).

El nivel de uso de fertilizantes varía enormemente entre unas regiones y otras. América del Norte, Europa occidental y Asia oriental y meridional representaron cuatro quintas partes del uso de fertilizantes en el mundo en 1997-99. Los valores más altos, una media de 194 kg de nutrientes por ha, se aplicaron en Asia oriental, seguido por los países industriales con 117 kg por ha. En el otro extremo de la escala, los agricultores del África subsahariana sólo aplicaron 5 kg por ha (FAO, 2002).

Se considera fertilizante a cualquier material que contenga al menos 5% o más de tres elementos primarios en su composición, ya sean naturales o industrializados, los abonos orgánicos o naturales son compuestos por materia orgánica como residuos de cosechas, estiércol de animales, cascara de frutas entre otras que al ser sometidos a un proceso de compostaje sus nutrientes son más fácilmente aprovechados por las plantas. Los fertilizantes industrializados son elaborados en fábricas, también se conocen como fertilizantes minerales estos varían dependiendo de su fabricación y componentes (FAO, 2002).

A medida que el potencial para producir fertilizantes supere su uso, el balance potencial mundial, un término técnico que mide la cantidad disponible sobre la demanda real crecerá para el nitrógeno, fósforo y potasio, los tres principales fertilizantes del suelo. El uso mundial de nitrógeno con diferencia el elemento básico entre los fertilizantes, se prevé que aumente un 1,4 por ciento cada año hasta 2018, mientras que el uso de fósforo se incrementará un 2,2 por ciento y un 2,6 por ciento el de potasio. En comparación, se espera que la oferta de esos tres importantes elementos crezca un 3,7, un 2,7 y un 4,2 por ciento anual, respectivamente (FAO, 2015).

De acuerdo con cifras del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), que se encarga de hacer el control técnico y científico de las actividades relacionadas con el registro, producción, importación, comercialización y uso de fertilizantes, acondicionadores del suelo y bioinsumos en Colombia, en 2010 se contaban con 3.622 registros de venta de fertilizantes y acondicionadores de suelos, correspondientes a 1.150 empresas relacionadas con estos productos, mientras en 2008 se reportaban un total de 3.225 registros para un total de 517 empresas. Lo anterior representaría un incremento del 12,3% en el número de registros de venta

y un crecimiento del 122% del número de empresas titulares de dichos registros entre 2008 y 2010 (Sánchez *et al*, 2013).

2.2.2. Fertilizantes Orgánicos

Los fertilizantes o abonos orgánicos están formados por todos los residuos de origen animal y vegetal que aportan nutrientes a las plantas y al suelo mejorando sus características físicas químicas y biológicas. Los abonos son utilizados para mejorar los nutrientes en el suelo y así aumentar los rendimientos de los cultivos, se conocen como abonos orgánicos los estiércoles, abonos verdes, residuos de cosechas, compostaje, entre otros residuos orgánicos (González & Pomares, 2008).

Los abonos orgánicos por ser naturales no proporcionan agotamiento de nutrientes en el suelo como si lo ocasionan los fertilizantes químicos, por lo contrario agregan materia orgánica al suelo y mejoran las características físicas del suelo, la aireación, estructura, porosidad, infiltración y conductividad eléctrica. Los fertilizantes orgánicos se caracterizan en dos tipos según su método de aplicación, los foliares como caldos nutritivos, supermagro y los aplicados directamente al suelo como abonos verdes y compost (Trinidad, 2007).

2.2.3. Fertilizantes Orgánico-Mineral

Los fertilizantes órgano-mineral son la mezcla de abonos minerales o no orgánicos con los abonos orgánicos. Se pueden presentar en estado sólido o líquido y según sus componentes se clasifican en nitrogenados, fosfatados, ternarios y binarios (García *et al*. 2009).

Los principales minerales utilizados para la fertilización son los macro elementos como el nitrógeno, potasio y fósforo, en proporción más pequeña está los elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, y como último componente están los elementos terciarios u oligoelementos que son hierro, manganeso, boro, cobre, molibdeno y zinc (Lara, 2002).

Este tipo de fertilizante presenta como ventaja la capacidad de mejorar el suelo y nutrir la planta más rápidamente que los abonos orgánicos, debido a que presentan concentraciones más altas de los minerales que alimentan el cultivo (FAO, 2002).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Ubicación Geográfica

El área de estudio se encuentra localizada en la Granja de la Universidad Surcolombiana ubicada en el distrito de riego El Juncal del municipio de Palermo, departamento del Huila (Figura 9) a 2°53'15.46" latitud Norte y 75°18'22.19" longitud oeste, se registra a 450 m.s.n.m de elevación, a 9 km de la ciudad de Neiva capital del departamento.

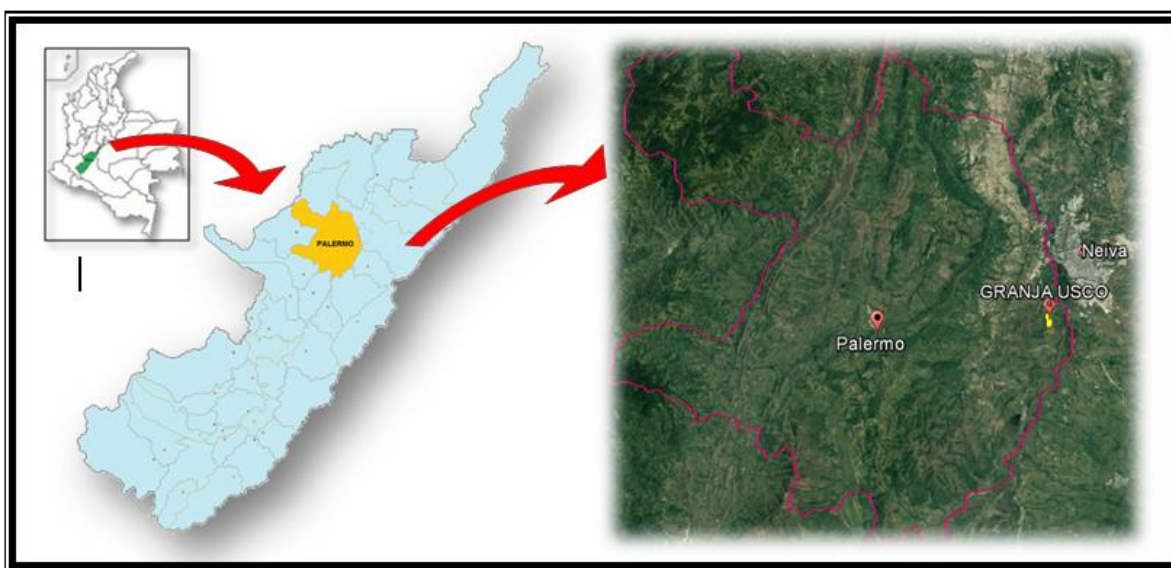


Figura 9. Ubicación de la Granja de la Universidad Surcolombiana

3.1.2. Clasificación ecológica y características meteorológicas

La Granja de la Universidad Surcolombiana presenta un clima cálido seco (CSA) con una temperatura media de 27°C, humedad relativa media de 73%, precipitación anual media de 1374 mm y brillo solar promedio de 5.2 horas/día; debido a estas características meteorológicas la Granja se encuentra en una zona de vida (Holdridge) Bosque seco tropical. Esta zona registra un régimen de lluvia bimodal con enero, febrero, marzo, junio julio agosto y septiembre como meses secos y finales de marzo, abril, mayo octubre, noviembre y diciembre como meses de lluvia, siendo agosto y noviembre como meses críticos con precipitaciones de 19.8 mm y 206.8 mm respectivamente.

Las principales especies vegetales que se encuentran son; Pegapega (*Desmodium sp.*), Mosquero (*Croto-Freeuginens*), Escoba dura (*Malvastum-sp.*), Guásimo (*Guazuma Sulmifolia*), Dinde (*Chlophoratimetoria*), Carbonero (*Callianfra*

glaberiana), y algunas especies de Cactus. (Jaramillo, 1983). El distrito de riego el Juncal es la principal fuente de agua para la Granja, dicho distrito se abastece del Rio Magdalena, además en cercanía cruzan las quebradas Gallinazo, Sardinata y Pajarito (figura 10).



Figura 10. Granja de la Universidad Surcolombiana y las fuentes hídricas que la abastecen

3.1.3. Características del suelo

En la Granja de la Universidad, se delimitaron un total de 7 series de suelos (Jaramillo, 1983). La zona de investigación se encuentra localizada en la serie de suelos Bosques como se muestra en la figura 11.

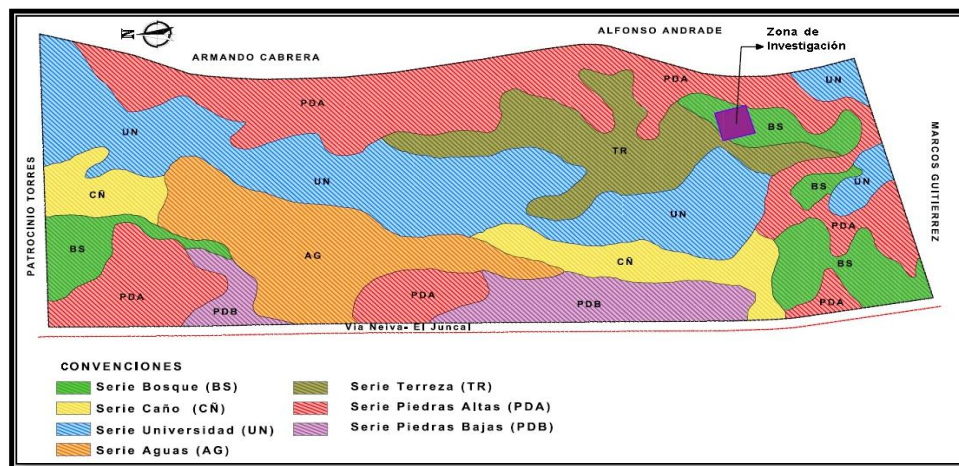


Figura 11. Mapa de suelos de la Granja de la Universidad Surcolombiana (Jaramillo, 1983)

3.1.3.1 Características y descripción del perfil (BS). La serie Bosque (BS) presenta relieve, ligeramente inclinado, tiene una extensión de 3.40 has que equivale al 11.33% del área. Está conformado por suelos superficiales de textura liviana cuya profundidad varía de 0.25 m a 0.50 m. La descripción del perfil modal se encuentra así:

0.00 – 0.22 m. Textura franco arenosa, estructura simple, muy friable y muy débil en húmedo, suelo semicompacto, no plástico y no pegajoso en mojado, presencia de raicillas; mezcla de colores 7.5YR3/2 – 7.5YR3/4 en húmedo.

0.22 – 0.37 m. Capa extremadamente dura en seco, presenta grava y gravilla hasta de 2 pulgadas de diámetro, no plástico y no pegajoso en mojado, sin estructura.

> 0.37 m. Roca dura, conglomerados de cantos finos y cementados por arena gruesa de color gris claro. Presenta minerales en proceso de oxidación (Garzón y Perdomo, 2013).

En la tabla 3, se presenta el análisis realizado en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Surcolombiana, correspondiente al área del ensayo.

Tabla 3. Resultados de las pruebas hidrofísicas y químicas (2015)

Parámetro	Unidad	Resultado	Parámetro	Unidad	Resultado	
Resultados hidrofísicas			Resultados químicos			
Da	g/cm ³	1.35	pH		6.7	
Dr	g/cm ³	2.6	CO	%	0.36	
η	%	48.06	C.I.C	cmol.kg ⁻¹	9.65	
DPM	mm	1.51	P	ppm	9.3	
I	cm/h	5.43	Ca	cmol.kg ⁻¹	5.91	
RH	0.3	%	13.18	Mg	cmol.kg ⁻¹	2.16
	1	%	8.25	Na	cmol.kg ⁻¹	0.32
	5	%	4.79	K	cmol.kg ⁻¹	0.08
	15	%	4.67	BT	cmol.kg ⁻¹	8.39
Ea	%	30.26	SB	%	87.06	
Pe	cm	22	S	ppm	1	
AA	%	8.51	Fe	ppm	71	
LAA	cm/m	11.49	Mn	ppm	94.54	
Textura	Clase	FA	Cu	ppm	1.89	
Ks	cm/h	1.46	B	ppm	0.38	
I	cm/h	5.43	Zn	ppm	2.92	
			Relación Ca/Mg	-	2.7	
			relación (Ca + Mg)/K	-	117	
			Relación Mg/K	-	32.21	

Da es la densidad aparente, Dr es la densidad real, η es la porosidad total, DPM es el diámetro ponderado medio de partículas, R.H. es la retención de humedad gravimétrica a tensiones de 0.3, 1, 5 y 15 bar, Ea es el espacio aéreo, Pe es la profundidad efectiva del suelo, LAA es la lámina aprovechable del suelo, Ks es la conductividad hidráulica saturada e I es la infiltración básica del suelo.

Fuente: Laboratorio de Suelos Universidad Surcolombiana. (C.T)

El suelo presenta limitaciones importantes desde el punto de vista físico y químico así: baja retención de humedad, con un porcentaje de agua aprovechable en el rango de tensión de 0.3 a 5 bares, y escasa profundidad efectiva del suelo por presencia de abundantes gravas heterométricas y hardpan, condiciones dadas en un epipedon franco arenoso. El análisis químico muestra escasos de materia orgánica, baja fertilidad, alta saturación de bases y deficiencia de los elementos mayores en nitrógeno fósforo, potasio calcio y azufre, deficiencia de elementos menores en cobre y zinc. Se observa alta concentración de manganeso que ocasiona antagonismo con la presencia de hierro en el suelo.

3.1.4. Materiales y equipos

Los diferentes elementos utilizados durante la investigación se describen a continuación (tabla 4).

Tabla 4. Materiales, insumos y equipos

MATERIALES	INSUMOS	EQUIPOS
Manguera de riego N° 12	CeagroCompost	Bomba de espalda de 20 litros
Tanque plástico de 60 lts	abono C.T formula 1	
Baldes	abono C.T formula 2	Guadaña
Película de polietileno	semillas de sandía variedad Jubilee	herramientas Agrícolas
	Agua	cámara fotográfica
	Leche	Balanza
	Melaza	Computador
	estiércol de ganado	
	ceniza	
	cal	

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Diseño experimental

Debido a la variabilidad espacial presente en la Serie de suelo Bosque (BS) y sus características físicas y químicas se utilizó un Diseño estadístico por Bloques Completos al Azar.

3.2.1.1. Factores de estudio

Factor. Tipo de tratamiento utilizado

Tratamiento utilizado	Abonos
------------------------------	--------

Tratamientos. Los tratamientos que se utilizaron en el estudio fueron cinco (5), se nombraron con la letra T y se les asignó un número como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 5. Tratamientos de estudio

N°	Tratamiento
T1	Testigo
T2	Ceagrocompost
T3	Biofertilizante
T4	Formula C.T 1
T5	Formula C.T 2

Repeticiones. Se realizaron 3 repeticiones por cada uno de los tratamientos.

3.2.2. Unidad experimental

El estudio se realizó en un lote de 34.3 m de ancho y 35 de largo, con un área de 1200 m² el lote se encuentra localizado cerca del vivero por el costado sur de este, se trabajó con 15 surcos en total (Unidades experimentales), distribuidos en tres bloques conformados por un surco de cada tratamiento, siendo en total 3 por cada Tratamiento, estos se ubicaron horizontalmente, con caballones de 50 cm de ancho, con calles de 1 m de ancho y surcos con 33 m de largo, cada surco con 40 plantas de sandía (Figura 12).

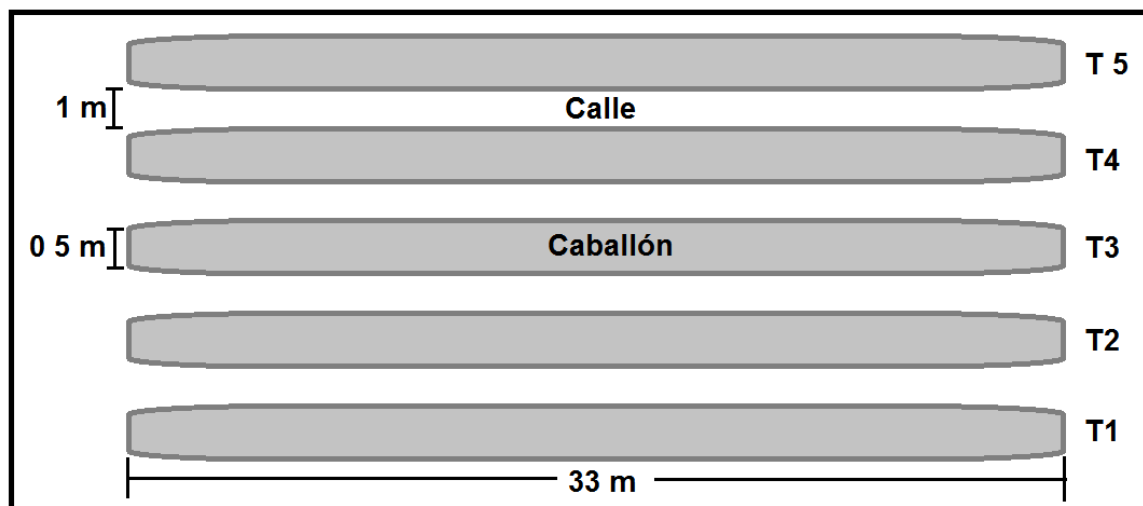


Figura 12. Distribución de unidades experimentales en cada bloque

3.2.3. Esquema de análisis de varianza

Se determinó la cantidad de variable, factores y grados de libertad de cada uno de los componentes del diseño base que se llevó a cabo (Tabla 6).

Tabla 6. Datos del diseño base experimental

Componente	Cantidad
Factores experimentales	1
Tratamientos	5
Bloques	3
Variable Respuesta	5
Grados de libertad del error	8

Para la medición de las diferentes variables de respuesta se asignaron los indicadores que se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Indicadores de medidas de las variables

Variable	Indicador
Desarrollo Vegetativo	Días
Peso	Kilogramos
Tamaño del fruto	Centímetros
pH	Escala 0-14
Sólidos Solubles	°Brix
Rendimiento	Kg/ha

3.2.4. Variables de crecimiento evaluadas

Desarrollo Vegetativo. Se realizó un monitoreo del inicio y fin de cada etapa vegetativa evaluada, germinación, desarrollo foliar, floración, desarrollo del fruto y maduración, estos se midieron en días desde la siembra.

3.2.5. Variables de caracterización evaluadas.

Potencial de hidrogeno. Se tomaron 3 muestras por cada sandía evaluada y por medio de un potenciómetro se determinó el potencial de hidrogeno presente en cada una, estos datos se registraron en la escala de pH (0-14).

Sólidos solubles. Se realizó la toma de muestras (3 por sandía evaluada) para la medición de su porcentaje de sólidos solubles por medio de refractómetro digital, los datos correspondientes se registraron en °Brix.

3.2.6. Variables de rendimiento evaluadas

Tamaño del fruto. Se seleccionaron 3 frutos de cada parcela en estados de maduración óptima, se realizaron mediciones por medio de una cinta métrica tanto del largo como el contorno del fruto en centímetros y por medio de una balanza se obtuvieron los datos correspondientes al peso total en Kg.

Rendimiento de la cosecha. Se evaluaron los frutos durante todo el proceso de la cosecha hasta lograr obtener los datos suficientes para la investigación, estos datos se registraron en Kg/ha y ton/ha.

Análisis económico. Se llevó un registro de todos los costos directos e indirectos de producción necesarios para el desarrollo del cultivo para posteriormente realizar un análisis que nos permitió saber si el rendimiento obtenido fue económicamente viable.

3.3. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.3.1. Preparación del Biofertilizante

Para la elaboración del Biofertilizante se utilizaron los insumos que se muestran a continuación (Tabla 8), además un recipiente en donde se realizó la mezcla, una manguera y una botella plástica para permitir la respiración al abono.

Tabla 8. Insumos del Biofertilizante

Insumos	cantidad
Agua	45 litros
Leche	2 litros
Melaza	2 litros
Estiércol de ganado	12.5 libras
Ceniza de leña o caña	6.25 libras
Cal	2.5 libras

el procedimiento para la elaboración del biofertilizante consistió en combinar todos los insumos, durante treinta días en un recipiente completamente cerrado para evitar el ingreso de aire al sistema, para la mezcla se utilizó estiércol bovino por presentar una variada alimentación y contenido de agua en volumen más elevado.

Para asegurar que el proceso anaeróbico no se interrumpiera y para evitar la acumulación de gases dentro del recipiente, se dejó un espacio vacío de unos 20 cm desde la superficie de la mezcla hasta la tapa de la caneca, además se instaló una manguera en la tapa cuyos extremos fueron 10 cm introducidos bajo la tapa de la caneca y el otro completamente sumergido en una botella externa llena de agua, para así permitir la evacuación de los gases del sistema (Figura 13).



Figura 13. Montaje del Sistema del Biofermentador

Para la aplicación de este biofertilizante se recomienda las siguientes dosificaciones como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Dosificación del Biofertilizante

Dosis recomendada	Biofertilizante(Litros)	Agua (litros)	Total (Litros)
5 %	1	19	20
10 %	2	18	20
20 %	4	16	20
25 %	5	15	20
50 %	10	10	20

3.3.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó por medio de labranza convencional, limpiando el terreno, posteriormente se hizo un pase de arado y un pase con la rastra para lograr un nivel del terreno.

Para el surcado de siembra se utilizó una rastra que cuenta con una profundidad de 0.4m una distancia entre surcos de 1m y un ancho de surco de 0.5m. Todos los surcos fueron cubiertos por una película plástica de bajo calibre para conservar mejor el agua del suelo.

3.3.3. Instalación del riego

Para suplir las necesidades hídricas del cultivo, se optó por la implementación de un sistema de riego por goteo con cinta. El terreno cuenta con una derivación de la línea de abastecimiento del invernadero, que deriva en una tubería de 1 1/2 pulgada de diámetro con un caudal de 0,006 m³/seg, la cual mide aproximadamente 39 metros y 1 metro de distancia hasta el tapón de lavado.

3.3.4. Instalación de los cultivos

La siembra del cultivo se realizó de manera directa en el terreno y se llevó a cabo el 26 de Febrero del 2016 utilizando semillas certificadas de la variedad Jubilee, la cual corresponde a una variedad con polinización abierta, con un periodo de siembra a cosechar de 80 a 90 días, con un porcentaje de germinación del 90%, esta variedad tiene una gran adaptabilidad a climas calurosos.

La siembra se realizó de manera manual, colocando 2 semillas por sitio, se colocaron a una profundidad aproximada de 2cm y 40cm entre plantas (Figura 14).



Figura 14. Siembra manual de la sandía

3.3.5. Labores culturales

Como primer labor se realizó un encerramiento en Tela verde de polipropileno utilizada en el cerramiento de obras, para de esta forma tener el cultivo aislado de agentes externos que puedan influir la investigación, como plagas y enfermedades provenientes de otros cultivos o del terreno aledaño, para ello se colocaron postes de guadua distanciados 3m entre ellos, se necesitaron un total de 150m de tela verde para completar el encerramiento y un total de 52 postes de guadua.

Se realizó un control de malezas inicial por medio de herbicidas (Glifosato) y se realizaron posteriormente a la siembra limpiezas de tipo manual ya que en el área de estudio se presenta gran proliferación de malezas con raíces fuertes que podrían llegar a dañar el acolchado plástico e influir de manera negativa en el crecimiento del cultivo.

El día 19 de Febrero del 2016 se realizó la aplicación de los diferentes tratamientos en cada uno de los surcos correspondientes 15 en total, se dejó descansar el terreno durante 1 semana para de esta forma proceder con la siembra la cual se llevó a cabo y en su totalidad el día 26 de Febrero del 2016.

3.3.6. Fertilización

La aplicación de los 4 tratamientos (Figura 15.) se realizó en sitio el día antes de la siembra, debido a que los componentes de los abonos se degrada durante un periodo de tiempo largo, suministrando así nutrientes al suelo durante todo el ciclo del cultivo.

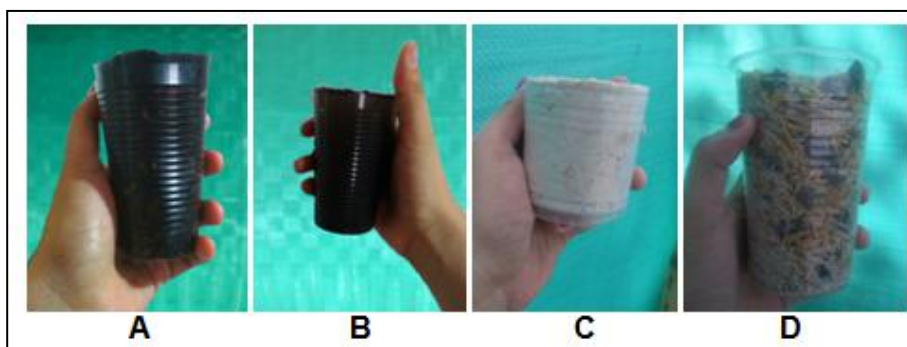


Figura 15. Abonos. **A.** Abono CeagroCompost (T 2), **B.** Biofertilizante (T 3), **C.** Abono Formula 1 C.T (T 4), **D.** Abono Formula 2 C.T (T 5)

Las dosis suministradas de los tratamientos para cada unidad experimental se muestran en la tabla 10, la aplicación de los tratamientos T2, T4 y T5 se realizó manualmente en cada sitio de siembra y para el tratamiento T3 se aplicó con bomba de espalda de 20 litros a los 15 días después de la siembra.

Tabla 10. Dosis de aplicación de los tratamientos

Tratamiento	Dosis	Unidad
2	200	gr/sitio
3	150	cm ³ /planta
4	100	gr/sitio
5	100	gr/sitio

Tabla 11. Análisis físico-químicos del Biofertilizante elaborado "in situ"

Componentes	Valor	Unidad
pH	7	-
Materia Orgánica	47.37	%
Nitrógeno (N)	1.30	%
Fósforo (P)	0.40	%
Potasio (K)	0.89	%
Calcio (Ca)	0.37	%
Azufre (S)	0.3	%
Sodio	0.3	%
Carbono (C)	29.6	%
C/N	23:1	-

Fuente: Garzón y Perdomo, 2013

En la tabla 12 se observa la relación C/N del biofertilizante de 23 partes de carbono por 1 parte de nitrógeno, siendo un resultado favorable al estar dentro del rango recomendado de 20:1 a 32:1 (Thompson y Throeh, 2004), siendo importante no pasar del límite mayor a 32:1 ya que el nitrógeno asimilable por las plantas se reduce, debido a la acción metabólica de los microorganismos esto se conoce como inmovilización de nitrógeno, perjudicando así el desarrollo del cultivo.

También se observó que el porcentaje de materia orgánica en el biofertilizante es de 47.37 %, siendo un buen contenido para el uso de este fertilizante en la serie de

suelo Bosque de la Granja de la Universidad, debido a la muy baja presencia de materia orgánica.

3.3.7. Cosecha

La recolección de los primeros frutos se realizó el 6 de Mayo del 2016 ya que este día se encontraban frutos aptos para ser cosechados, el procedimiento se extendió hasta el día 10 de Junio de 2016 cuando se llevó a cabo la última recolección. Los frutos se recolectaron de manera manual teniendo en cuenta que los frutos ya maduros presentan los zarcillos más cerca al pedúnculo del fruto completamente seco (Figura 16).



Figura 16. Sandías cosechadas

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Elaboración del biofertilizante

Al terminar los treinta días en el Biofermentador, el material líquido fue separado del sólido y quedó listo para su uso, presentó las siguientes características durante todo el periodo de fermentación como muestra en la tabla 13.

Tabla 12. Datos registrados del Biofertilizante

Fecha	Olor	Color	pH	Temperatura (°C)
19/08/2015	Estiércol de vaca	Café verdoso	8.1	38.1
24/08/2015	Estiércol y melaza	Café claro	7.8	38.6
01/09/2015	Estiércol fermentado	Café claro	7.6	36.8
08/09/2015	fermento	Café claro	7.6	34.4
16/09/2015	fermento	Café claro	7	30.2

4.2. Variables de crecimiento del cultivo

Las variables de crecimiento que se evaluaron fueron: Germinación, desarrollo foliar, floración, desarrollo del fruto y maduración. Para el estudio se tuvo en cuenta el tiempo de duración en días desde la siembra de cada una de las fases del cultivo en cada tratamiento. En la tabla 13 se observa los datos de inicio y finalización de cada etapa en las 15 unidades experimentales.

Tabla 13. Duración de las etapas vegetativas

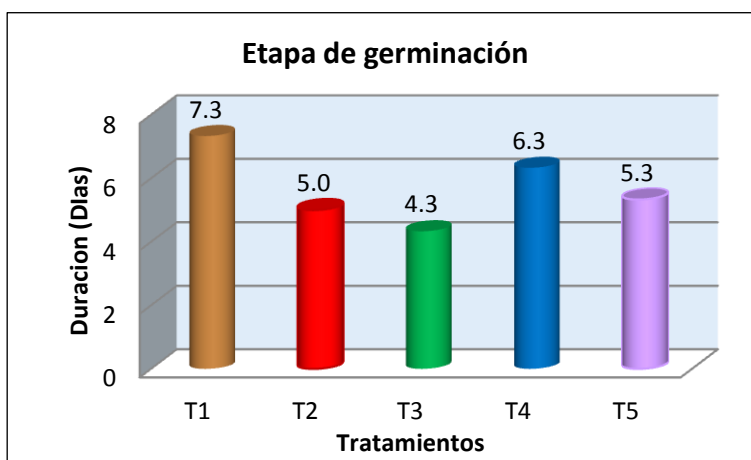
F.V. Surco	Germinación		Desarrollo Foliar		Floración		Desarrollo de fruto	Maduración
	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin		
1	3	8	6	11	23	37	66	89
2	3	7	7	11	29	43	65	88
3	3	6	8	12	19	32	50	69
4	3	8	10	12	29	44	67	88
5	3	7	9	11	15	32	50	69
6	3	11	6	13	11	21	44	69
7	3	7	6	11	14	24	48	69
8	3	6	6	12	28	43	68	88
9	3	9	6	11	19	32	52	69
10	3	9	6	11	23	46	70	88
11	3	12	9	14	23	40	65	88
12	3	10	8	12	30	44	64	86
13	3	10	7	12	25	43	68	87
14	3	11	9	11	32	48	67	87
15	3	9	10	12	32	49	66	86

A continuación se muestran en la tabla 14, los datos en días de cada fase del desarrollo vegetativo del cultivo para cada tratamiento.

Tabla 14. Duración en días de las etapas vegetativas

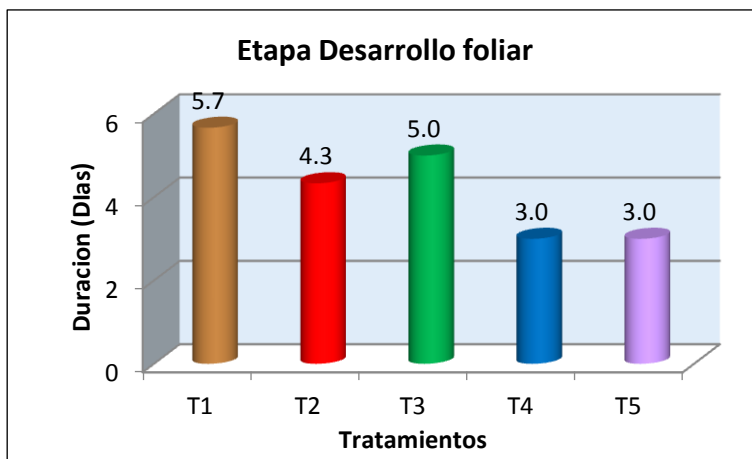
Tratamiento	Germinación	Desarrollo foliar	Floración	Desarrollo de fruto	Maduración
T 1	7.3	5.7	13.7	25.7	23.7
T 2	5.0	4.3	12.7	22.0	22.0
T 3	4.3	5.0	15.3	22.7	19.3
T 4	6.3	3.0	14.7	20.7	19.3
T 5	5.3	3.0	19.0	19.7	19.0

En la etapa de germinación (Grafica 1) el tratamiento con mejor resultado fue el biofertilizante (T3), con un tiempo medio de 4.3 días siendo más bajo que el tiempo normal de 6 días (Reche, 2000), pero presentó poco porcentaje de germinación en campo, por otro lado el tratamiento T2 (CeagroCompost) tuvo un tiempo normal de 5 días de germinación y un buen porcentaje en campo siendo el mejor de todos los tratamientos en esta etapa, aunque los 5 tratamientos están dentro del rango de germinación completa de 7 - 8 días.



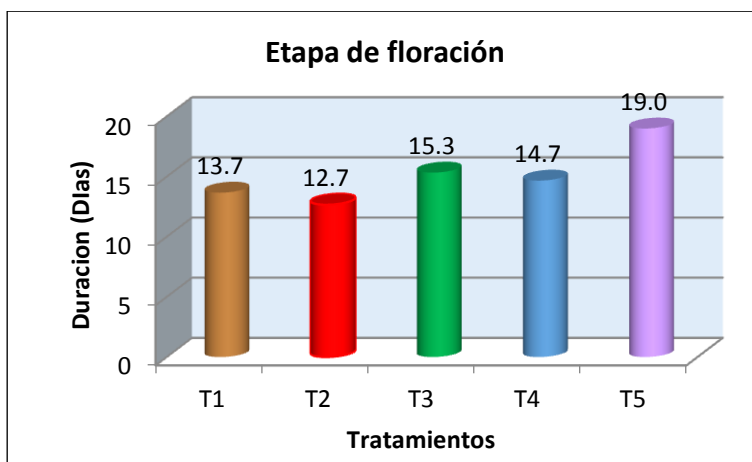
Gráfica 1. Germinación de la sandía en cada tratamiento

En el desarrollo foliar (Grafica 2) los tratamientos T4 y T5 no presentaron diferencia en la duración de la fase, además estos dos tratamientos obtuvieron los mejores resultados en esta etapa, a diferencia de los anteriores el tratamiento T3 y el testigo fueron los menos efectivos debido que presentaron una duración normal de 5 a 6 días en esta etapa. El tratamiento T2 presentó unos resultados medios en cuanto al tiempo, pero el desarrollo foliar que se presentó en campo fue retrasado, siendo hojas pequeñas de 7 cm aproximadamente.



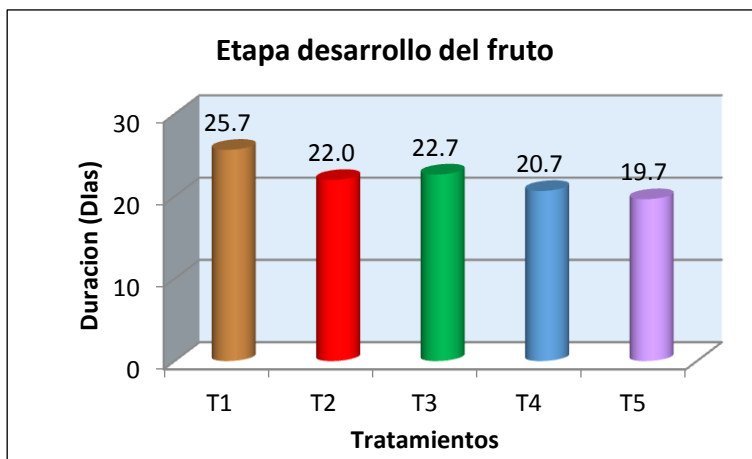
Gráfica 2. Desarrollo foliar del Cultivo de sandía para los 5 tratamientos

En la etapa de floración el tratamiento T5 presentó el mayor tiempo de desarrollo de 19 días con una diferencia media de 5 días, además se observó en campo mayor presencia de flores masculinas que femeninas, disminuyendo así la presencia de frutos en las plantas. Los otros tratamientos presentaron resultados semejantes (Gráfica 3), siendo el T2 el que presentó el menor tiempo; todos los tratamientos estuvieron por debajo del rango de floración de 25 - 28 días (Casaca, 2005).



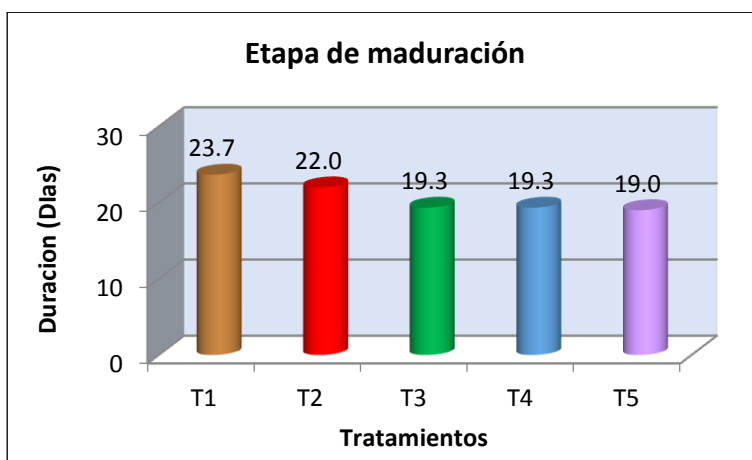
Gráfica 3. Etapa de floración del cultivo de sandía en cada tratamiento

El tratamiento T1 (testigo) presentó el mayor tiempo en el desarrollo del fruto con 25.7 días (Gráfica 4), con frutos de menor peso y tamaño que los tratamientos T4 y T5 (Formulas 1 y 2 del C.T. respectivamente); esto se debe a la escasa presencia de nitrógeno, potasio y fósforo necesarios para un adecuado desarrollo del fruto ya que el 60% del nitrógeno es consumido en los primeros 40 días del cultivo, mientras que el potasio solamente el 35%, a diferencia de estos el fósforo presenta una absorción más lenta la cual se va elevando a medida que avanza el desarrollo del fruto.



Gráfica 4. Desarrollo del fruto en cada tratamiento

Durante esta etapa se eleva la necesidad de fósforo, esto se evidencia en la Gráfica 5 donde los tratamientos T3, T4 y T5 obtuvieron entre 19 y 19.3 días de duración, durante esta etapa es necesaria la introducción de Calcio y Boro para un desarrollo favorable del fruto. Se realizó un monitoreo constante del cultivo para prevenir de esta manera la infestación de plagas y enfermedades, las cuales conllevan a la pérdida del fruto y pueden afectar las plantas.



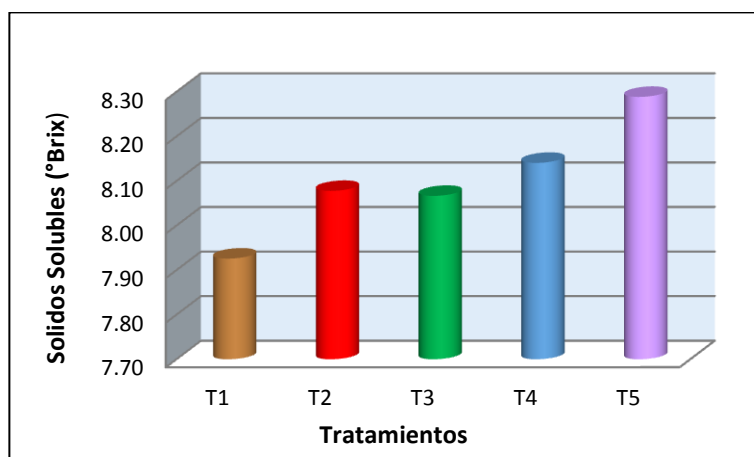
Gráfica 5. Etapa de maduración en el cultivo de sandía para los 5 tratamientos

4.3. Variables de caracterización del fruto.

4.3.1. Sólidos solubles

Los °Brix presentes en la sandía dependen de su variedad, en la Gráfica 6 se observa que durante el estudio se evidenció que el Abono (T5) tiene un alto valor llegando a un promedio de 8,30 °Brix, el valor más bajo fue presentado por el testigo (T1), El rango de grados Brix en las combinaciones estudiadas son

considerados frutos de buena calidad de acuerdo a Morán (2001), que reporta un rango entre 8,0 a 11,5 grados Brix, a su vez son ligeramente inferiores a los datos registrados por Cenobio (2004) donde se obtuvieron valores que oscilaron entre 8.5 y 11.5 °Brix, esto puede ser debido a la utilización de una variedad diferente de sandía (*Citrullus Lanatus T*).



Gráfica 6. Sólidos solubles de los frutos de cada tratamiento

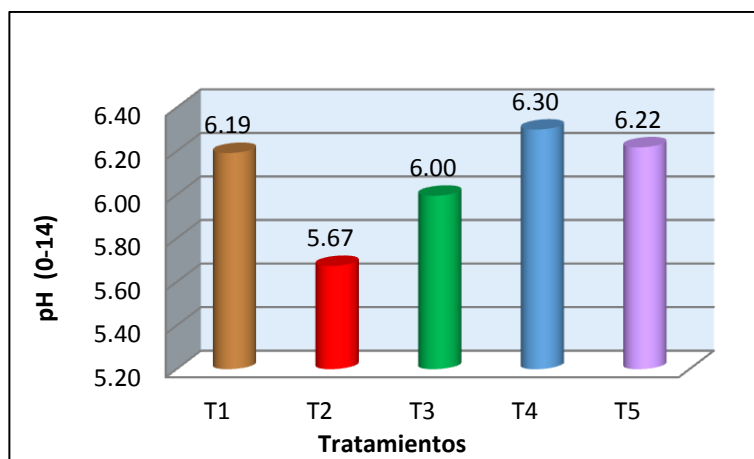
En la tabla 15, se observa que ningún valor-P es menor que $\alpha=0.05$, por lo tanto ninguno de los tratamientos y ningún bloque tiene un efecto estadísticamente significativo sobre los sólidos solubles presentes en los frutos, realizando el análisis con un 95,0% de nivel de confianza, por lo tanto se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula.

Tabla 15. Análisis de Varianza para Sólidos Solubles - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Factor	0.758107	4	0.189527	2.04	0.1807
B:Bloque	0.549173	2	0.274587	2.96	0.1089
Residuos	0.741493	8	0.0926867		
Total (Corregido)	2,04877	14			

4.3.2. Potencial de Hidrogeno (pH)

En las mediciones de pH arrojadas durante los procedimientos del laboratorio se obtuvieron valores similares a los registrados por Vasconcellos (1998), donde obtuvo niveles de pH de 5.0 a 5.8; la gráfica 7 muestra que T2 fue el tratamiento con sandías más ácidas con un pH 5.67 mientras que T4 es el tratamiento con un pH más cercano al nivel neutro con 6.30.



Gráfica 7. Datos promedios del potencial de hidrogeno (pH) de los frutos de cada tratamiento

Se observa en la tabla 16 el valor-P para los tratamientos es de 0.969 y para los bloques de 0.3586, los cuales están por encima de $\alpha = 0.05$, por lo cual se acepta la hipótesis nula debido a que no se ve afectado estadísticamente el pH de los frutos tanto por los bloques y por los tratamiento, realizando el análisis con un 95.0% de nivel de confianza.

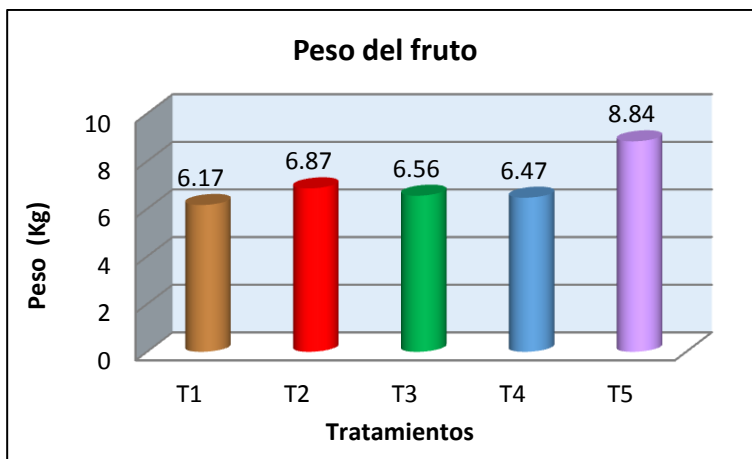
Tabla 16. Análisis de Varianza para pH - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A:Factor	0,212533	4	0,0531333	0,13	0,9692
B:Bloque	0,99292	2	0,49646	1,17	0,3586
Residuos	3,39715	8	0,424643		
Total (Corregido)	4,6026	14			

4.4. Variables de rendimiento del cultivo

4.4.1. Tamaño del fruto.

En los distintos tratamientos se observa una ligera variación en el promedio del peso de la muestra, se evidencia en la Grafica 8 que el tratamiento 5 posee el mejor promedio entre las unidades experimentales con 8,84kg. Estos valores están acorde con los establecidos por PROMOSTA, 2005 donde el peso de esta variedad puede oscilar entre las 13 lb y las 25lb.



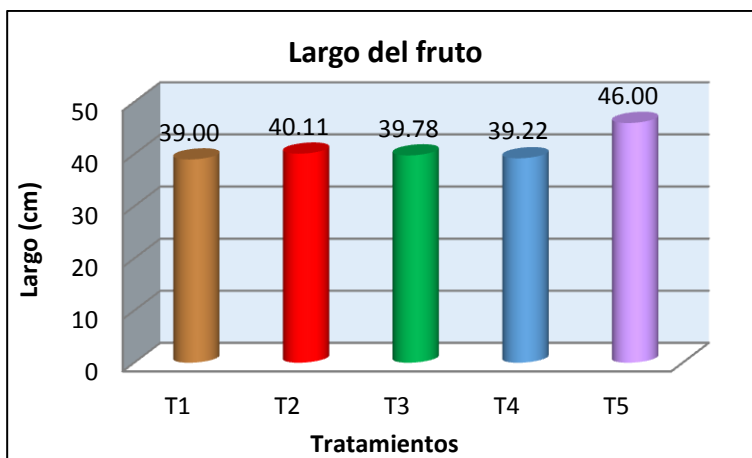
Gráfica 8. Peso del fruto para cada tratamiento

En el análisis de varianza debido que los datos del valor-P son menores que 0,05, se acepta la hipótesis nula, ya que no se presenta diferencia estadísticamente significativa entre el peso de los frutos en cada uno de los 5 tratamiento y en los 3 bloques, con un 95,0% de nivel de confianza.

Tabla 17. Análisis de Varianza para Peso - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A:Factor	13,7468	4	3,43671	0,93	0,4926
B:Bloque	17,7323	2	8,86617	2,40	0,1526
Residuos	29,5562	8	3,69452		
Total (Corregido)	61,0354	14			

En el Grafico 9 se observa que el tratamiento 5 obtuvo las sandías más alargadas, con un promedio de 46cm lo cual se ajusta a los estándares de la variedad la cual puede llegar a los 60 cm de largo por 30 cm de diámetro.



Gráfica 9. Largo del fruto

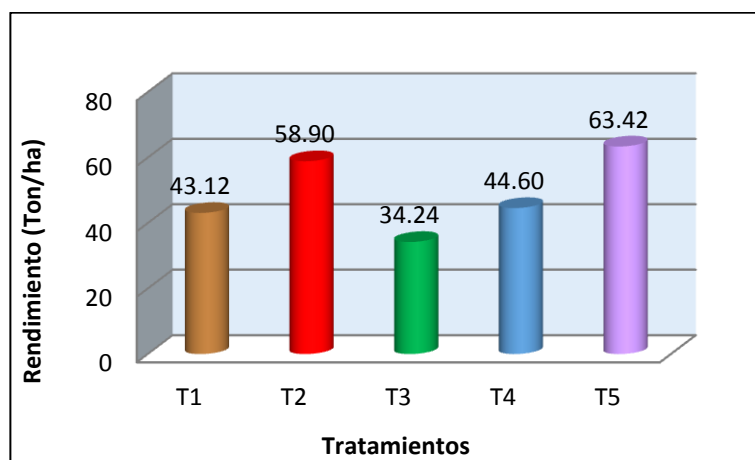
En la tabla 18 se puede observar que el valor-P para los tratamientos es de 0.4991 y para los bloques de 0.0730, los cuales están por encima de $\alpha= 0.05$, por lo cual se acepta la hipótesis nula debido a que no presenta diferencia significativa en el tamaño de los frutos tanto en lo bloques como en los tratamiento, realizando el análisis con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 18. Análisis de Varianza para Tamaño del fruto - Suma de Cuadrados Tipo III

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A:Factor	102,897	4	25,7242	0,92	0,4991
B:Bloque	207,395	2	103,697	3,69	0,0730
Residuos	224,556	8	28,0695		
Total (Corregido)	534,848	14			

4.4.2. Rendimiento

Los rendimientos medios más altos obtenidos durante la investigación fueron los tratamientos T5 y T2 como se muestra en la gráfica 10 con valores de 63.42 ton/ha y 58.90 ton/ha respectivamente y el rendimiento medio más bajo se presentó en el tratamiento T3 con un valor de 34.24 ton/ha, estos datos son mayores a los obtenidos por Pérez 2003 donde obtuvieron valores máximos de rendimiento de 52 ton/ha y 51.5 ton/ha y un rendimiento mínimo de 22.7 ton/ha; de igual manera a los dados por Cenobio 2004 inferiores a 49 ton/ha.



Gráfica 10. Rendimiento del cultivo

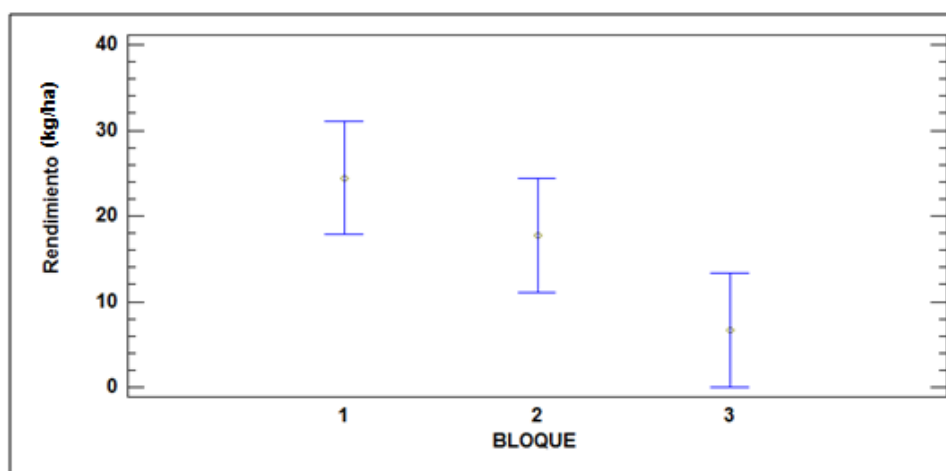
En la tabla 19 se puede observar que el valor-P para los tratamientos es de 0,5157 el cual está por encima de $\alpha= 0.05$, por lo cual se acepta la hipótesis nula debido que no presentan diferencia estadísticamente representativa en el rendimiento entre los tratamientos. Por otro lado el valor-P para los bloques de 0.0152 fue

menor de 0.05, rechazando así la hipótesis nula y aceptándose la hipótesis alterna al presentar diferencia estadística en el rendimiento del cultivo en los 3 bloques.

Tabla 19. Análisis de Varianza para Rendimiento - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	GL	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos Principales					
A:Factor	192,507	4	48,1267	0,88	0,5157
B:Bloque	805,444	2	402,722	7,38	0,0152
Residuos	436,397	8	54,5497		
Total (Corregido)	1434,35	14			

En la gráfica 11 se observa que el bloque 1 y bloque 3 presenta diferencia estadísticamente significativa en el rendimiento del cultivo, mientras que el bloque 2 con 326.7 kg de producción no presenta diferencia con respecto al rendimiento de los bloques anteriores. El Bloque 3 presentó la menor producción y rendimiento 141 kg, y el bloque 1 presentó una producción de 394.3 kg siendo el registro más alto (Anexo B).



Gráfica 11. Medias y 95.0% de Tukey HSD

4.4.3. Análisis Económico

En la Tabla 20 se observa la variación de los costos iniciales para la elaboración o adquisición de los diferentes tratamientos, teniendo como mayor inversión inicial el Biofertilizante seguido por las formulas 1 y 2 del C.T, el Ceagrocompost es el abono con menor inversión inicial con un costo de \$240/kg, para el estudio se compraron un total de 150 kg con un costo total de \$36000.

Tabla 20. Costo de los fertilizantes

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (incluido IVA)	Valor parcial
Biofertilizante				
Agua	lts	45	\$700.00	\$31,500.00
leche	lts	2	\$2,400.00	\$4,800.00
melaza	lts	2	\$2,500.00	\$5,000.00
Estiércol Bovino	libra	60	\$100.00	\$6,000.00
Ceniza de Leña	libra	10	\$100.00	\$1,000.00
Cal	libra	10	\$700.00	\$7,000.00
tanque plástico de 60 lts	Unid	1	\$35,000.00	\$35,000.00
Manguera plástica 1/2"	metro	1	\$1,000.00	\$1,000.00
Costo Total				\$91,300.00
Costo Total por litro				\$1,826.00
CeagroCompost	Kg	150	\$240.00	\$36,000.00
abono formula 1 C.T	Kg	5	\$15,000.00	\$75,000.00
abono formula 2 C.T	Kg	5	\$15,000.00	\$75,000.00

Dentro de los costos de producción más significativos en el desarrollo del cultivo de sandía se encuentra el Acolchado plástico y encerramiento para la cual fue necesaria una inversión total de \$637500, seguido por las labores culturales para las cuales se necesitaron un total de 21 jornales con un costo cada uno de \$30000 para un total de \$630000.

Tabla 21. Costos de producción del cultivo de sandía

ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario (incluido IVA)	Valor parcial
1	Preparación del terreno				
1.1	Nivelación	m2	1	\$100,000.00	\$100,000.00
1.2	Rastra	m2	1	\$50,000.00	\$50,000.00
1.3	Caballoneo	m2	1	\$20,000.00	\$20,000.00
2	Acolchado plástico y encerramiento				
2.1	Malla de encerramiento	mL	150	\$1,400.00	\$210,000.00
2.2	Guadua	Unid	50	\$2,500.00	\$125,000.00
2.3	Membrana plástica	ml	5000	\$60.00	\$300,000.00
2.4	Puntillas	lb	1	\$2,500.00	\$2,500.00
3	Siembra				
3.1	Semilla	lata (100 gr)	2	\$25,000.00	\$50,000.00
3.2	Fertilizante NPK + Menores	Kg	60	\$1,640.00	\$98,400.00
3.3	Siembra y tapada	Jornal	2	\$30,000.00	\$60,000.00
4	Labores culturales				
4.1	Fertilización	Jornal	6	\$30,000.00	\$180,000.00
4.2	Manejo fitosanitario	Jornal	15	\$30,000.00	\$450,000.00
5	Cosecha				
5.1	Recolección	Jornal	6	\$30,000.00	\$90,000.00
5.2	Transporte	Viaje	3	\$35,000.00	\$105,000.00
Costo total					\$1,840,900.0

Teniendo en cuenta el costo por Kilogramo para el cultivo de sandía en Corabastos (Anexo A) para el mes de agosto del 2016 es de 900 pesos/kilo, el tratamiento 5 presento la mejor producción por ende el mayor precio del producto con \$ 205,740.00 por 228.6 kg, siendo el tratamiento con frutos de mayor tamaño. En total se cosecharon 862 kg de sandía con un precio final de mercado de \$ 775,800.00 pesos (Tabla 22). Se tiene que el tratamiento 3 presento menor producción con 121.1 kg debido que fue más susceptible al ataque enfermedades como el mildiú polvoso, mildiú lanoso, además plagas como hormigas arrieras y saltamontes, los cuales generaron una pérdida considerable de plantas.

Tabla 22. Valor de la producción del cultivo de sandía

Tratamiento	kg	precio Kilogramo	total
testigo (T1)	142.10	\$900.00	\$127,890.00
CeagroCompost (T2)	201.90	\$900.00	\$181,710.00
Biofertilizante (T3)	121.10	\$900.00	\$108,990.00
Formula 1 C.T (T4)	168.30	\$900.00	\$151,470.00
Formula 2 C.T (T5)	228.60	\$900.00	\$205,740.00
Total			\$775,800.00

• 5. CONCLUSIONES

- La evaluación de los tratamientos demostró que la fórmula 2 C.T (T5), es el abono con mejores resultados en el tamaño del fruto con un largo de 46 cm y un peso de 8.84 kg, a pesar de no existir diferencia estadísticamente significativa entre los 5 tratamientos en los dos parámetros evaluados del tamaño del fruto.
- Dentro de la evaluación del rendimiento se obtuvo que el biofertilizante (T3), presentó el rendimiento más bajo con 34.24 ton/ha, esto debido a la dosis de aplicación del tratamiento, ya que este fue el único fertilizante foliar cuya aplicación se realizó una sola vez durante el desarrollo del cultivo ocasionando que fuera más propenso al ataque de plagas y enfermedades.
- Aunque el área de estudio se encuentra en una misma serie de suelo con características similares, se observó que el rendimiento se afectó significativamente por la zona de ubicación de los surcos, siendo así que los bloques 1 y 3 mostraron un rendimiento estadísticamente diferente entre ellos con 394.3 y 141kg.
- En la valoración de los tratamientos en el desarrollo vegetativo del cultivo de sandía (*Citrullus Lanatus*) se determinó que el abono formula 2 C.T a pesar de tener la mayor duración en la etapa de floración con 19 días, presentó buenos resultados en el desarrollo y maduración del fruto con 19.7 y 19 días respectivamente, siendo así el fertilizante más efectivo.
- Los costos de producción demostraron que el tratamiento con menor inversión inicial es T2 siendo una opción muy viable para la fertilización del cultivo de sandía ya que los datos arrojados en cuanto a caracterización y rendimiento fueron favorables con 58,9 ton/ha.
- Los costos de la inversión inicial para el desarrollo del cultivo superan los costos de producción, esto debido a la adquisición de elementos como son el acolchado plástico, la tela verde de encerramiento y la mano de obra calificada para la preparación del terreno y las demás labores culturales.
- El tratamiento T5 presentó los mejores resultados siendo los más relevantes durante la investigación, teniendo unos buenos rangos en los promedios en cuanto al desarrollo del cultivo durante todas sus etapas desde germinación hasta su maduración, en la caracterización de sus frutos se obtuvieron los mejores valores promedio de sólidos solubles con 8.30°Brix y un pH de 6.22, además obtuvo el mayor rendimiento con un total de 63.42 ton/ha.

6. RECOMENDACIONES.

- Realizar una aplicación del biofertilizante en el cultivo al inicio de las fases de floración y maduración para así obtener un mejor resultado en la producción, teniendo en cuenta que al ser un fertilizante foliar se presenta mayor pérdida de los nutrientes proporcionados a la planta.
- Realizar un abonado en fases para el tratamiento 5 debido que al aplicar una cantidad como 100 gr por sitio las partículas del abono al hacer contacto con el agua crean una capa que ocasiona retraso y pérdida de semillas en la germinación.
- Para estudios posteriores se podría diseñar un plan de fertilización utilizando dos o más tratamientos para de esta forma lograr mejorar y acelerar el desarrollo vegetativo y así obtener unas buenas características del fruto y lograr mejorar su producción.

7. BIBLIOGRAFÍA.

1. Altieri, M., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R. y Sikor, T. 1999. *Agroecology and the Search for a Truly Sustainable Agriculture*. Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay. 338 p.
2. Altieri, M. 2001. *Biotecnología agrícola: Mitos, Principles and Strategies for Designing Sustainable Farming Systems*. Universidad de California, Berkeley. Oakland, California. 37p.
3. Alvarado, A., 2011. *Plagas y enfermedades en hortalizas*. Servicio de extensión agrícola. San Juan, Puerto Rico. 4-15p
4. Alvarado, P. 1986. *Recomendaciones de Abonado para Cultivos Hortícolas. Curso sobre Ferti-Riego*. CORPREX, El Salvador, C.A. 251p.
5. Alvarado, P. 2008. *Melones y Sandías. Apuntes de Cátedra de Horticultura*. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 15p.
6. Cadahía, C., 2005. *Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. Consultado el 14 de julio del 2016. <http://www.mundiprensa.com/catalogo/9788484762478/fertirrigacion--cultivos-hortícolas--frutales-y-ornamentales>.
7. Casaca, A. D., 2005. *Cultivo de sandía: Guías tecnológicas de frutas y vegetales*. Secretaria de agricultura y ganadería. San José, Costa Rica. 3-6 p.
8. Cenobio, P., 2004. *Respuesta de la Sandía (*Citrullus Lanatus* T.) a Diferentes Colores de Acolchado Plástico y Riego por Goteo*. Universidad Autónoma de Chapingo. Durango, México.
9. CORPOICA., 2000. *El cultivo de la sandía o patilla en el departamento de Meta*. Primera Edición. Corpoica Regional ocho. Villavicencio, Colombia. 8-15 p.
10. De la Rosa, R., 2012. *Producción de Sandía (*Citrullus Lanatus*) en el estado de Veracruz*. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Agrícolas. Veracruz, México. 34-36 p.

11. Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., Martin, A., 2009. Manual del Cultivo de Sandía (*Citrullus Lanatus*) y Melón (*Cucumis Melo L.*). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Chile. 8-10 p.
12. FAO., 1993. Erosión de suelos en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
13. FAO., 2002. Los fertilizantes y sus usos. Cuarta Edición. FAO. Roma, Italia. 11- 24 p.
14. FAO., 2002. Agricultura mundial: hacia los años 2015/2030. Cuarta Edición. FAO. Roma, Italia. 48- 50 p.
15. FAO. 2014. Anuario Estadístico de la FAO 2014 La Alimentación y la Agricultura en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
16. Galeano, D. M., Chafuelán, E. M., 2011. Eficiencia Productiva de Cuatro Variedades de Sandía (*Citrullus Lanatus thunb.*) Bajo el Sistema de Riego por Goteo y Exudación, en la Zona de Cuambo. Universidad Técnica del Norte. Ecuador.
17. García, P., Ruano, S., Lucena, J. J., Nogales, M., 2009. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Ministerio de Ambiente y Medio Rural y Marino. Madrid, España. 14-16 p.
18. Garzón, L. L., Perdomo, F., 2013. Evaluación de la Influencia de Biofertilizantes Orgánicos en el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento en Cultivos Hortícolas, en el Ámbito de la Seguridad Alimentaria. Tesis de grado Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia.
19. González, V., Pomares, F. 2008. La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. Sociedad Española de Agricultura Ecológica SEAE. Valencia, España. 10-15 p.
20. Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Mundi- prensa, Madrid. 206 p.
21. Jaramillo, D. F., 1983. Estudio detallado de suelos del lote "La Universidad". Informe Técnico, Programa Ingeniería Agrícola, Universidad Surcolombiana. Neiva, Colombia. 27 pág.
22. Lara, J. A., 2002. Eliminación de nutrientes mediante procesos de membranas. Tesis doctoral Departamento de Ordenación del Territorio,

Urbanismo y Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. 43 pág.

23. Martínez, G y Zerbino, S., 2008. Saltamontes y langostas en las praderas uruguayas. Consultado el 18 de abril del 2016. http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_combate_de_plagas_y_malezas/102-langostas.pdf
24. MinAgricultura. 2011. ANUARIO ESTADÍSTICO DE FRUTAS Y HORTALIZAS 2007-2011 Y SUS CALENDARIOS DE SIEMBRAS Y COSECHAS Resultados Evaluaciones Agropecuarias Municipales 2011. Ministerio de Agricultura. Bogotá, Colombia.
25. Morán, M. 2001. Interacción Agua- Nutrientes en tres Sistemas de Producción en Sandía Citrullus Lanatus (Thumb.) con Riego por Cintilla y Acolchado Plástico. Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas. Durango, México.
26. Oberti, A., Moccia, S. y Chiesa, A. 2007. Hacia una agricultura sustentable: sistema de producción e indicadores. Resúmenes del II Congreso Brasileiro de Agroecología. Revista Brasileña de Agroecología, 2(1):1288-1291.
27. Pérez, J. 2003. Productividad y Rendimiento de Sandía por Efecto del Agua en Diferentes Condiciones de Manejo. Instituto Tecnológico Agropecuario. Durango, México.
28. Productores de Hortalizas., 2005. Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas. Consultado el 13 de marzo del 2016. <http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/CucurbitsSpanish.pdf>.
29. Promosta. 2005. Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales. Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola, Honduras.
30. Reche, J., 2000. Cultivo intensivo de la sandía. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 4-9 p.
31. Sánchez, D., Gutiérrez, J., Campo, J., Herrera, J. 2013. Estudios Económicos Sectoriales. Estudio sobre Fertilizantes en Colombia. Bogotá, Colombia. 45-48 p.
32. Sarandón S. J. 2000. La Agricultura sustentable. Jornada de Actualización sobre Manejo Integrado de Plagas en Horticultura. EEA-INTA San Pedro, pp. 2-9.

33. SIICEX, 2014. Sandía. Consultado el 03 de febrero del 2016. <http://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/fichaproducto/sandía.pdf>
34. Thompson, L. M., Troeh, F. R., 2004. Los suelos y su fertilidad. Cuarta edición. Editorial Reverté. Barcelona, 308- 310 p.
35. Trinidad, A., 2007. Abonos orgánicos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Alimentación SARGAPA. Ciudad de México, México. 2- 4 p.
36. USDA, ARS, National Genetic Resources Program. Germplasm Resources Information Network - (GRIN) [Base de Datos en Línea]. National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland. URL: <http://www.ars-grin.gov.4/cgi-bin/npgs/html/taxdump.pl> (03 November 2015)
37. Vasconcellos, J. 1998. Alimentos Funcionales, Conceptos y Beneficios para la salud. Consultado el 23 de junio del 2016. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/ia/mani_l_e/bibliografia.pdf.
38. Vergara, J. C., 2005. Biología, manejo y control de la hormiga arriera. Gobernación Valle del Cauca. Santiago de Cali. 7-9 p.
39. Yzarra, W., 2011. Manual de Observaciones Fenológicas. Servicio Nacional De Meteorología e Hidrología. Perú. 28 p.

ANEXO A.

Listado de precio de frutas para el 9 de agosto en Corabastos.

FRUTAS Actualizado el: 2016-08-09

Nombre	Presentación	Cantidad	Unidad	\$ Cal. Extra	\$ Cal. Primera	Valor x Unidad	Gran. Superficies
MANZANA VERDE IMPORTADA	CAJA	18	KILO	\$ 95,000	\$94,000	\$ 5,278	\$ 96,000
MARACUYÁ	BOLSA	10	KILO	\$ 26,000	\$ 24,000	\$ 2,600	\$ 4,000
MELÓN	KILO	1	KILO	\$ 1,500	\$ 1,300	\$ 1,500	\$ 3,000
MORA DE CASTILLA	CAJA	7	KILO	\$ 15,000	\$ 14,000	\$ 2,143	\$ 4,000
NARANJA ARMENIA	BULTO	50	KILO	\$ 40,000	\$ 38,000	\$ 800	\$ 2,500
NARANJA GREY	BULTO	50	KILO	\$ 90,000	\$ 85,000	\$ 1,800	\$ 1,800
NARANJA OMBLIGONA	BULTO	50	KILO	\$ 45,000	\$ 43,000	\$ 900	\$ 2,000
NARANJA VALENCIA	BULTO	50,00	KILO	\$ 45,000	\$ 43,000	\$ 900	\$ 2,000
PAPAYA HAWAIANA	CANASTILLA	22,00	KILO	\$ 33,000	\$ 30,000	\$ 1,500	\$ 5,000
PAPAYA MARADOL	GUACAL	20,00	KILO	\$ 40,000	\$ 38,000	\$ 2,000	\$ 2,200
PAPAYA MELONA	GUACAL	25,00	KILO	\$ 38,000	\$ 36,000	\$ 1,520	\$ 1,800
PAPAYA REDONDA	GUACAL	20,00	KILO	\$ 36,000	\$ 34,000	\$ 1,800	\$ 0
PATILLA	KILO	1,00	KILO	\$ 900	\$ 800	\$ 900	\$ 1,500
PIÑA	GUACAL	35,00	KILO	\$ 26,000	\$ 24,000	\$ 743	\$ 2,500
PITAHAYA	KILO	1,00	KILO	\$ 3,500	\$ 3,000	\$ 3,500	\$ 10,000
TOMATE DE ÁRBOL	CANASTILLA	25,00	KILO	\$ 57,000	\$ 55,000	\$ 2,280	\$ 4,500
UVA CHAMPA	CAJA	12,50	KILO	\$ 50,000	\$ 48,000	\$ 4,000	\$ 5,200
UVA NEGRA	CAJA	12,50	KILO	\$ 50,000	\$ 48,000	\$ 4,000	\$ 5,800
UVA ROJA	CAJA	12.5	KILO	\$ 50,000	\$ 48,000	\$ 4,000	\$ 6,000

Nota: Los productos con precio 0 se refiere a productos que no están en cosecha

ANEXO B

Datos de rendimiento y caracterización del cultivo de sandía por surcos y bloques

Surco	peso	largo	grados brix			pH			Rendimiento ton/ha
			1	2	3	1	2	3	
1	4.33	35.33	7.07	7.10	7.13	6.37	6.30	6.33	21.67
2	4.68	32.33	7.43	6.63	7.37	5.20	4.97	5.17	27.17
3	7.78	43.33	8.00	7.83	7.80	5.83	5.90	5.80	17.02
4	5.79	37.67	7.67	7.87	7.80	6.13	6.07	6.00	14.03
5	7.78	43.33	8.00	7.83	7.80	5.83	5.90	5.80	42.44
6	8.66	45.33	7.77	7.83	8.07	5.70	5.80	5.83	17.32
7	11.11	53.00	9.23	9.07	8.83	6.10	5.87	5.77	24.70
8	7.10	42.33	8.30	8.53	8.37	6.03	5.90	5.90	11.51
9	6.56	40.67	8.07	8.30	8.07	6.27	6.20	6.17	19.00
10	8.91	47.67	8.33	8.23	8.50	6.57	6.63	6.63	16.00
11	5.51	36.33	8.80	8.77	8.80	6.50	6.47	6.43	4.14
12	4.81	35.00	8.07	8.10	7.97	6.03	5.97	6.00	7.03
13	4.79	33.67	7.93	7.83	8.00	6.20	6.20	6.20	5.71
14	8.66	45.33	7.77	7.83	8.07	5.70	5.80	5.83	11.57
15	7.31	40.00	7.70	7.77	7.50	6.30	6.20	6.17	4.98

Rendimiento por bloques.

Bloque	Rendimiento ton/ha
1	24.47
2	17.71
3	6.69

ANEXO C

Fichas técnicas de los abonos

Tabla 22. Composición físico-química del CeagroCompost (T2)

Componentes	Valor	Unidad
Carbono orgánico oxidado total	19.50	%
Ceniza	55.7	%
Capacidad de intercambio catiónico	53.2	mEq/100g
Capacidad de retención de humedad	148	%
Conductividad eléctrica	0.46	dS/m
Nitrógeno Orgánico total	4.43	%
Fosforo Total (P ₂ O ₅)	2.369	%
Potasio total (K ₂ O)	0.79	%
Sodio(Na)	1.229	%
Humedad	33.6	%
pH	6.56	%
Densidad	0.46	g/cm ³
Metales pesados	Contenido de metales pesados por debajo de los límites establecidos en la norma.	
Salmonella spp.	Ausentes	
Entero bacterias	< 10 ufc/g	

Composición del abono orgánico-mineral C.T 1 (T4)

Producto	Porcentaje
Cascarilla de arroz	15
Cascarilla de café	15
Hidróxido de calcio Ca(OH) ₂	15
Roca Dolomita	15
Roca fosfórica	30
Polímero Hidroretenedor	10

Composición del abono orgánico-mineral C.T 2 (T5)

producto	Porcentaje
Cascarilla de arroz	25
Cascarilla de café	25
Hidróxido de calcio Ca(OH) ₂	10
Roca Dolomita	10
Roca fosfórica	20
Polímero Hidroretenedor	10