

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA-LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA**



Efecto de diferentes proporciones de NPK en la producción de plántula de sandía (*Citrullus lanatus*) de dos cultivares (Charleston Gray y Mickey Lee) utilizando sustrato artesanales en condiciones protegidas, CNRA del Campus Agropecuario de la UNAN-León, febrero - marzo 2014.

Presentado por:

Br. Lino Alberto Narváez Martínez
Br. Cristhiam Mauricio Sandino Sánchez

Tutores:

M.Sc. Jorge Luis Rostrán Molina
M.Sc. Miguel Jerónimo Bárcenas Lanzas

Trabajo como requisito previo para optar al título de Ingeniero en Agroecología Tropical

Nicaragua, León
Diciembre 2014.

“A la libertad por la Universidad”

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	i
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
RESUMEN	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. HIPOTESIS	4
IV. MARCO TEÓRICO	5
4.1. Origen.....	5
4.2. Descripción botánica.....	5
4.2.1. Planta	5
4.2.2. Raíz	5
4.2.3. Tallo	5
4.2.4. Hojas	5
4.2.5. Flores	6
4.2.6. Los frutos	6
4.2.7. La semilla.....	6
4.3. Exigencia del cultivo	6
4.4. Cultivares de sandía	7
4.5. Cultivares y variedades	7
4.5.1. Charlestón Gray	7
4.5.2. Mickey Lee	7
4.6. Condiciones Agroclimáticas	7
4.7. Requerimientos climáticos.....	8
4.8. Humedad relativa	8
4.9. Exigencias en suelo	8
4.10. Métodos de siembras.....	8
4.11. Manejo agroecológico del semillero	9
4.12. Materiales utilizados para la elaboración de los sustratos	9
4.13. Producción de plántulas en túneles	10
4.14. Control de maleza en túnel.....	11
4.15. Fertilización en túnel.....	11
4.16. Fertilización de la sandía.....	12
V. MATERIALES Y MÉTODOS	13
5.1. Descripción de la zona de estudio.....	13
5.2. Descripción de los materiales.....	13
5.3. Diseño experimental.....	13
5.4. Definición de los tratamientos	14
5.5. Establecimiento del experimento	14
5.6. Definición de las variables	15
5.6.1. Fenología de la planta	17
5.7. Relación beneficio/Costo	18

5.8. Análisis estadístico.....	18
VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	19
6.1. Propiedades físicas de sustrato evaluado en laboratorio.....	19
6.2. pH promedio del sustrato antes y después de la aplicación del fertilizantes en las plantas de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) de los cultivares Mickey Lee y Charleston Gray.....	20
6.3. Resumen estadístico del pH ante y después de la aplicación.....	21
6.4. Longitud de la guía principal	22
6.5. Número de hojas	24
6.6. Diámetro de tallo.....	25
6.7. Concentración de clorofila en la hoja 1.....	27
6.8. Lámina (cm ²) de las hojas foliar del cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>).....	28
6.9. Biomasa promedio de la planta de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>).	30
6.10. Beneficio/Costo por tratamiento	32
VII. CONCLUSIONES	35
VIII. RECOMENDACIONES	36
IX. BIBLIOGRAFIA	37
X. ANEXO.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetro físico del sustrato evaluado en laboratorio.....	20
Tabla 2. Valores promedios de pH antes y después de la aplicación del fertilizantes en el cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>) cultivar Mickey lee y Charleston gray.....	22
Tabla.3. Promedio de la variable lamina foliar (cm ²) del cultivar sandía variedad Mickey lee (<i>Citrullus lanatus</i>) campus agropecuario de la UNAN – LEON.....	29
Tabla 4. Promedio de la variable lamina foliar del cultivar sandía variedad Charlestone Gray (<i>Citrullus lanatus</i>) campus agropecuario de la UNAN – LEON.....	30
Tabla 5. Media de variable de la biomasa de la raíz del cultivo de sandía variedad Mickey lee (<i>Citrullus lanatus</i>)	32
Tabla 6. Media de variable de la biomasa promedio de la planta del cultivo de sandía variedad Charlestone gray (<i>Citrullus lanatus</i>)	32
Tabla 7. Resumen beneficio costo del cultivar de sandía Mickey lee.....	33
Tabla 8. Resumen beneficio costo de cultivar de sandía Charlestone Gray.....	34

ÍNDICE DE GRAFICA

Gráfico 1. pH del sustrato antes y después de cada fertilización, cultivar de sandía Mickey Lee (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.	21
Gráfico 2. pH del sustrato antes y después de cada fertilización, cultivar de sandía Charleston Gray (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.	21
Gráfico 3. Longitud Promedio de guía (cm) cultivar de sandía Mickey Lee (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.	24
Gráfico 4. Longitud Promedio de guía (cm) cultiva de sandía Charleston Gray (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.	24
Gráfico 5. Número Promedio de hojas cultivar de sandía Mickey Lee (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.	25
Gráfico 6. Número Promedio de hojas cultivar de sandía Charleston Gray (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.	25
Gráfico 7. Diámetro promedio del tallo cultivar de sandía Mickey Lee (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.....	27
Gráfico 8. Diámetro promedio del tallo cultivar de sandía Charleston Gray (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.....	27
Gráfico 9. Concentración de clorofila, cultivar de sandía Mickey Lee (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.....	28
Gráfico 10. Concentración de clorofila, cultivar de sandía Charleston Gray (<i>Citrullus lanatus</i>), en el CNRA febrero–marzo del 2014.....	28

DEDICATORIA

A Dios, por darme fortaleza, inteligencia y la dedicación para lograr todas las metas que me he propuesto en mi vida.

A mis padres, Inocente de Jesús Narváez y Modesta de la Concepción Martínez quienes con sus consejos, esfuerzo y amor me guiaron por el camino correcto, me apoyaron para cumplir este sueño.

Mi esposa Lisette del Socorro López Rodríguez y a mi hijo Yoenis Esteban Narváez López por ser la inspiración y la importante razón para terminar mis estudios. También por ser una persona muy especial para mí, por estar conmigo cuando la necesité y por apoyarme en diferentes maneras durante la realización de este trabajo.

Dr. Lino Alberto Narváez Martínez

A Jehova por darme la vida y buena salud para finalizar mi carrera.

A mis padres Ángel Mauricio Sandino Muñoz, Claudia Isabel Sánchez Salinas y mi hermana Yenci Levinia Sandino Sánchez por siempre haberme dado lo mejor, por sus consejos y apoyo incondicional en todo momento.

A mis abuelitos Francisco Hipólito Sánchez y Rosibel Salinas por sus buenos consejos y oraciones.

Dr. Cristhiam Mauricio Sandino Sánchez

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fortaleza e inteligencia de culminar este trabajo de investigación.

A mis tutores; M.Sc. Jorge Luis Rostrán, M.Sc. Miguel Bárcenas por su apoyo incondicional en la realización del presente trabajo de investigación.

A mis hermanos Anielka Martínez, Aracelly Martínez y Wilbert Narváez, porqué de una u otra manera colaboraron para llegar a este momento tan esperado.

Al ing. Edwin Alemán por haberme apoyado en la realización de este estudio.

A mi tía Auxilio Altamirano de Melado y su esposo George Melado por su consejo que me dieron para culminar con mis estudios y también a mi tía Nidia del Socorro Martínez por apoyarme en culminar el trabajo de investigación.

Dr. Lino Alberto Narváez Martínez

A nuestro padre celestial Jehova por darme la vida y la sabiduría para realizar el presente trabajo de investigación.

A nuestros tutores M.Sc. Jorge Luis Rostrán y M.Sc. Miguel Bárcenas por compartir sus conocimientos y experiencia para la realización de presente trabajo.

Dr. Cristhiam Mauricio Sandino Sánchez

RESUMEN

La investigación se realizó en el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA) de la UNAN-León, con la finalidad de evaluar diferentes proporciones de NPK en plántulas de sandía (*Citrullus lanatus*) de dos cultivares (Charleston Gray y Mickey Lee) utilizando sustrato artesanal en condiciones protegida. El experimento se realizó bajo un DCA, evaluando 4 tratamientos o proporciones; 1:1:1 (20-20-20), 1:2:1(15-30-15), 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60), 1:2:2 ((15-30-15 + 0-0-60) y 5 repeticiones para cada uno de los tratamientos. Las variables a medir fueron: propiedades físicas del sustrato y pH antes y después de la aplicación de fertilizante, longitud de la guía (cm), diámetro del tallo (mm), número de hojas, clorofila (mol/cm^3), Lamina foliar cm^2 , biomasa de la planta y relación costo beneficio. El análisis ANOVA y prueba DMS 95% se hizo con el SPSS 15. Los análisis de resultados indica que existe diferencia significativa entre los tratamientos en el cultivar Mickey Lee en las variables: diámetro de tallo, peso fresco, pH antes de fertilizar y pH después de fertilizar, con $\text{Sig.}=0.000$. Para el cultivar Charlesthón Gray muestra hay diferencia significativa en los diferentes tratamientos para la variables concentración de clorofila, longitud de raíz, peso fresco de la planta, peso seco de la planta, lamina foliar y pH después de la fertilización, con $\text{Sig.}=0.000$. El cultivar Mickey Lee tuvo mayor desarrollo en todas las variables para la proporción 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60), en la variedad Charlesthón Gray se desarrollaron mejor en la proporciones 1:2.2 (15-30-15 + 0-0-60). Se recomienda el uso de la proporción 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60) para el cultivar Mickey Lee presentaron mayor desarrollo de la planta, obtienen una relación de costo-beneficio C\$1.68. Se recomienda el uso de la proporción 1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60) para el cultivar Charlesthón Gray presentaron mayor desarrollo de la planta, obtiene una relación de costo-beneficio C\$1.68.

I. INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*) se considera originaria de países de África Tropical, su cultivo se remonta desde hace siglos a la ribera del Nilo, donde se extendió a numerosas regiones bañadas por el mar Mediterráneo (Reche, 1988).

En Nicaragua se cultiva sandía en dos temporadas en primera, la época seca, se caracteriza por cultivarse extensiones de terrenos bajo condiciones de riego. La otra es aprovechando las precipitaciones de la época lluviosa y aunque los problemas fitosanitarios aumentan, el precio de la sandía se incrementa, debido a que existe poca área cultivada (Morales, 1999).

En los últimos años se ha extendido la siembra de sandía mediante el uso de condiciones protegidas para la obtención de una buena calidad de plántula con las características deseadas, reducir los costos de mano de obra, y aumentar su producción.

Actualmente las cucúrbitas se trabajan con bandejas de 72 a 200 celdas. Este espacio es muy pequeño para el desarrollo de raíz y planta. En el presente se busca alternativas de producción de plántulas de sandía con un desarrollo óptimo para el trasplante teniendo como característica deseable; (una altura adecuada, un buen sistema radicular, planta sana sin daños de plagas y enfermedad). (Espino 2013). Por lo que en Nicaragua se está trabajando en la producción de plántulas, sobre todo en la zona norte del país (Estelí, Matagalpa, Sébaco etc.).

En el Área de Investigación y Producción de Abonos Orgánicos, CNRA del Campus Agropecuario, de la UNAN-León, en la carrera de Agroecología, se han realizado estudios con sustratos alternativos en la producción de plántulas utilizando abonos orgánicos y carbón de origen vegetal. Esta técnica permite que las raíces se desarrollen en sustratos, a los cuales se les añade una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales para potencializar el crecimiento de la planta, permitiendo un desarrollo sano, vigoroso y con menor vulnerabilidad a insectos y enfermedades, reduce la cantidad de agua para riego, facilita el manejo y control de malezas, así también disminuir la cantidad de insumos utilizados (insecticidas, fungicidas) y la mano de obra. Es importante mencionar que no hay reporte de estudios en cilindro de papel

periódico con un volumen de 400 cm³, ni manejo de fertilización en plántulas de sandía, solo de tomates y chile dulce (Agripo, 2013).

La calidad del sustrato es uno de los factores que más influyen en el desarrollo de las plántulas. Un buen sustrato tiene las propiedades físicas y químicas que promueven el crecimiento rápido y saludable de las plántulas (Lardizabal, 2007).

Por lo que el propósito de esta investigación es definir un programa de fertilización utilizando sustrato artesanal y potes de papel periódico que permita determinar la concentración más apropiada para un buen crecimiento y desarrollo de la plántula de sandía.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar diferentes proporciones de NPK en la producción de plántulas de sandía (*Citrullus lanatus*) de dos cultivares (Charleston Gray y Mickey Lee) utilizando sustrato artesanales en condiciones protegidas, en el CNRA del Campus Agropecuario de la UNAN-León, febrero marzo 2014.

Objetivo específico

- Determinar las características físicas del sustrato utilizado en la producción de plántulas de sandía (*Citrullus lanatus*).

- Evaluar el crecimiento de plántulas de sandía (*Citrullus lanatus*) de dos cultivares (Charleston Gray y Mickey Lee) con cuatro proporciones de NPK, en condiciones protegidas.

- Determinar beneficio/costo de la producción de plántulas de sandía (*Citrullus lanatus*) de dos cultivares (Charleston Gray y Mickey Lee) con proporciones de NPK, en condiciones protegidas.

III. HIPOTESIS

Hi: La aplicación de diferentes proporciones de fertilizantes NPK ejercen efecto significativo en los parámetros de crecimiento de las plántulas de sandía (*Citrullus lanatus*) bajo condiciones protegidas.

Ho: En los diferentes tratamientos de NPK no existe efecto significativo en el crecimiento de las plántulas sandía (*Citrullus lanatus*).

Ha: En al menos uno de los tratamientos de NPK existe diferencia significativo en el crecimiento de las plántulas de sandía (*Citrullus lanatus*).

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Origen

El origen de la sandía (*Citrullus lanatus*) se remonta a la época prehistórica como lo revelan las pinturas encontradas en tumbas egipcias hace aproximadamente 5000 años. Inicialmente se atribuyó un origen asiático aunque nunca fue posible encontrar una especie silvestre en estos lugares. David Livingstone en 1849, encontró un gran número de especies silvestres en África central, quedando establecido de que la sandía es originaria de África y de que ahí se distribuyó hacia Europa, Asia y América. El cultivo fue llevado a América por los colonizadores y esclavos africanos (Escalona & Alvarado, 2009).

El cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) pertenece al reino Plantae, división Magnoliophyta de la clase Magnoliopsida, orden Violales de la familia Cucurbitaceae género *Citrullus* especie *lanatus* (Infoagro 2012).

4.2. Descripción botánica

4.2.1. Planta

La sandía es una planta anual herbácea de porte rastrero o trepador.

4.2.2. Raíz

Las raíces de la sandía son muy ramificadas y se desarrollan de acuerdo al suelo y factores ambientales, posee una raíz pivotante que puede profundizar hasta 0.8 metros. Las raíces laterales pueden alcanzar hasta 2 metros de longitud llegando a formar un diámetro radicular de aproximadamente 4 metros. La mayor distribución de las raíces se encuentra entre los 20 y 40 centímetros de profundidad.

4.2.3. Tallo

El tallo es herbáceo de color verde, piloso y rastrero gracias a la presencia de zarcillos. El tallo inicialmente es erecto y posee alrededor de 35 hojas verdaderas, alcanzando una longitud de 5 metros de largo, posee 5 aristas y está cubierto de vellos blancuecinos. Del tallo principal se forman ramas primarias y sobre éstas las secundarias.

4.2.4. Hojas

Las hojas son pecioladas, pinnado-partida, dividida en 3-5 lóbulos que a su vez se dividen en segmentos redondeados pudiendo ser ligera o profundamente lobuladas dentadas, pilosas, de color verde pardo, cubierta de una capa de células incoloras que le dan resistencia a la sequía, las

protege de las quemaduras del sol. El haz es suave al tacto, el envés muy áspero y con nervaduras muy pronunciadas. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios que se subdividen para dirigirse a los últimos segmentos de la hoja.

4.2.5. Flores

Las flores son de color amarillo, solitarias, pediculares y axilares, por su color, aroma y néctar atrae a los insectos que colaboran con la polinización que es de tipo cruzada (entomófila). La corola, de simetría regular, está formada por 5 pétalos unidos en su base. El cáliz está constituido por sépalos libres de color verde. Existen dos tipos de flores (masculinas y femeninas) en una misma planta conocidas como monoica, la mayoría de las flores aparecen en las ramificaciones secundarias, apareciendo primero las masculinas. Las flores hermafroditas y femeninas por lo general aparecen en la parte terminal de las ramificaciones y en las axilas de la novena hoja hasta la 17-20 hojas separadas cada 2-3 hojas. Las flores femeninas poseen estambres rudimentarios y un ovario ínfero veloso y ovoide que se asemeja en su primer estadio a una sandía del tamaño de un hueso de aceituna (fruto incipiente), por lo que, resulta fácil diferenciar entre flores masculinas y femeninas.

4.2.6. Los frutos

Son bayas variable en sus características de forma, tamaño y manchas de la cáscara: desde esféricas a oblongas o elipsoidales, desde 1 hasta 50 y 20 Kg, de peso y con cáscara de color desde verdes de diferentes tonalidades a negras con franjas de diferentes tonalidades de verde. La pulpa suele ser roja, rosado, amarillo y anaranjado muy dulce, crujiente y con gran cantidad de agua.

4.2.7. La semilla

Casi siempre de forma elipsoidal, siendo más delgadas de la parte del hilo, con superficie lisa, áspera y color variado (café oscuro o claro), negro, blanco. La madurez de las semillas se logra a los 15 días después de la maduración de la pulpa; si se colectan antes o después disminuye el porcentaje de germinación (Infoagro, 2012).

4.3. Exigencia del cultivo

La sandía (*Citrullus lanatus*) se cultiva en clima templado-cálido. No obstante para obtener buenos rendimientos y frutos de calidad, estas plantas deben de cultivarse en regiones de clima cálido suelo ligero y arenoso, rico en materia orgánica. Este cultivo requiere de luminosidad, calor y buena humedad (Parsons 1996 citado por Chamorro y Gallego 2012).

4.4. Cultivares de sandía

4.4.1. Cultivares de polinización abierta (diploides)

Los cultivares de polinización abierta son sandías con semillas, no muy aceptadas para exportación, pero son las preferidas del mercado local (Centroamérica). Hay de diferentes formas, tamaños, tonalidades y coloraciones de pulpa.

4.4.2. Cultivares híbridos (triploides) o sin semilla

Son variedades que tienen semillas tiernas de color blanco. La producción de sandías triploides presenta un inconveniente: estas plantas no producen suficiente polen viable que puedan polinizarse por sí mismas, requiriendo por tanto una alternativa rentable que ofrezca niveles de polinización aceptable (Infoagro 2012).

4.5. Cultivares y variedades

La selección de cultivar a nivel comercial es de primordial importancia para tener éxito. El cultivar debe adaptarse a las características edáficas y climáticas predominantes en las zonas de producción, tener capacidad genética de altos rendimientos, frutos de buena calidad y poseer resistencia o tolerancia a ciertas enfermedades comunes en el medio, que pueden ser limitantes a la producción.

4.5.1. Charleston Gray

Su polinización es abierta el periodo de cosecha es de 80-90 días, tolera antracnosis y fusarium. Se adapta a clima áridos y tropicales los frutos son alargados con extremos redondeados epidermis grisáceas con rayados finos de color verde, la pulpa es roja brillante dulce. Las semillas son oscuras y el peso oscila entre 25 y 35 lb.

4.5.2. Mickey Lee

Estas variedades producen de 4 a 6 frutos por planta. Es una planta vigorosa y productiva. Es de fruto redondo a ovalado, color verde pálido gris con algunas estrías. Pulpa roja intensa el peso oscila entre 4.5 a 6.8Kg, con ciclo productivo de 82 días El fruto es susceptible a daño al momento del transporte (RAMAC, 2014).

4.6. Condiciones Agroclimáticas

El manejo de los factores climáticos en conjunto es fundamental para lograr un desarrollo óptimo del cultivo de sandía, estos factores inciden unos en otros.

4.7. Requerimientos climáticos

La sandía es una planta que exige calor. La semilla comienza a germinar a la temperatura de 14°C a 16°C. En caso que la temperatura promedio para 24 horas las semillas germinan a los 5-6 días. Cuando la temperatura de suelo es de 30°C las semillas germinan a los 4 días (Morales. 1999).

4.8. Humedad relativa

La humedad relativa óptima para la sandía se sitúa entre 60% y el 80%, con un fotoperiodo de 10 horas luz al día, siendo un factor determinante durante la floración (USAID-RED, 2007).

4.9. Exigencias en suelo

La sandía no es muy exigente en suelos, produce buenas cosechas en suelo livianos que faciliten el desarrollo del sistema radicular. Los suelos franco arenosos a francos son los mejores para el desarrollo de las plantas. La sandía tiene un óptimo desarrollo en un suelo con pH desde 5.0 a 6.8 tolera suelos ácidos y al mismo tiempo se adapta a suelos débilmente alcalinos (Edafología, 2006).

4.10. Métodos de siembras

4.10.1. Siembra directa:

Para la siembra directa se deberán colocar 2 a 3 semillas por hoyo, separadas por lo menos a 2 cm. Posteriormente se requerirá realizar raleo de plantas, la primera a los 15 días después de la siembra y la segunda a los 22 días después de siembra. En el primer caso, se retirarán las plantas más pequeñas de un tirón, pero en el segundo raleo es preferible cortar la planta que se desea retirar ya que al jalarla puede lastimar el sistema radicular de las plantas aledañas. En caso de utilizar variedades híbridas de alto valor es aconsejable utilizar el semillero (aplicando una sola semilla en cada celda de la bandeja).

4.10.2. Siembra por trasplante

El trasplante se debe de hacer cuando la planta tenga de tres a cuatro hojas verdaderas esto ocurre aproximadamente a los 18- 21 días después de la siembra. El cultivo en semilleros se realiza en bandejas de plástico o de polietileno y como sustrato se puede emplear la turba, la vermiculita, la tierra con estiércol. Es conveniente realizar semilleros bajo cubierta para mantener la temperatura entre 18 y 30° C que es la óptima para la germinación de la planta.

Para el trasplante, se eligen las mejores plántulas, las más vigorosas y más resistentes a insectos y enfermedades en el semillero. La siembra se realiza al finalizar la tarde, se debe tomar en cuenta: la distancia de surco y la distancia entre planta de acuerdo a la variedad a sembrar.

4.11. Manejo agroecológico del semillero

4.11.1. Sustrato

El sustrato es el medio de crecimiento y anclaje radicular que no están basados en un suelo mineral. Es todo material sólido diferente del suelo, sea de síntesis natural, de síntesis residual, mineral u orgánica. Si se coloca un contenedor solo o mezclado tiene una función de anclaje del sistema radicular de la planta y que al ser un soporte para la misma intervienen en el proceso de nutrición. Es todo aquel material donde es posible cultivar una planta que no corresponde al suelo, existe una gran variedad de sustratos provenientes de diferentes explotaciones: agrícolas, forestales e industriales (Chemonics International, 2005).

4.11.1.1. Características de un buen sustrato

Que las partículas que lo componen sean de tamaño no inferior a 0.5mm y no superior a 7mm, además que retenga una buena cantidad de humedad y que faciliten la salida de los excesos de agua que pudieran caer en el riego o con la lluvia, evitando la retención de humedad en la superficie, que no se descompongan o degraden con facilidad, tengan coloración oscura, además no pueden estar contaminados por residuos industriales o humanos, deben ser abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manipular, bajos costos económicos (Rostrán 2009).

4.11.1.2. Semillero

El semillero es una labor muy importante para el desarrollo de un buen cultivo, donde se debe iniciar por la selección y desinfección de la semilla. El semillero, es una práctica en escala limitada pero creciente para el mejor aprovechamiento en caso de los híbridos, se realiza en bandejas con celdillas o en funditas plásticas, colocando una semilla por celda. Para el sustrato es recomendable utilizar tierra con alto contenido de materia orgánica (Lardizabal, 2007).

4.12. Materiales utilizados para la elaboración de los sustratos

4.12.1. Cascarilla de arroz carbonizada

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustratos alternativos, de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte (Rostrán, 2009).

4.12.2. Lombriabono

El Lombriabono tiene un pH prácticamente neutro (6.8-7.2), esto permite ser aplicado a la semilla sin causar daños. Este presenta color negro, café y gris (dependiendo del tipo de alimento), además presenta una textura grumosa (Rostrán, 2012).

4.12.3. Valor nutricional del lombriabono

Elemento	Cantidades (%)
Nitrógeno	3.36
Fósforo	2.98
Potasio	1
Magnesio	1
Calcio	2.66
Materia orgánica.	39.3

Rostrán (2012)

4.12.4. Suelo franco arenoso

Los suelos francos son los más aptos para una gran variedad de cultivos por tener una textura equilibrada y las mejores características físicas y químicas. Porosidad de 45.3%, Densidad aparente con 1.45 g/cm³, capacidad máxima de retención de agua con 65% y pH de 7. Posee una coloración casi oscura por la presencia de materia orgánica y no presenta dificultades a la hora de trabajar. También deben satisfacer las exigencias del consumidor (Jiménez, 2000).

4.13. Producción de plántulas en túneles

Las hortalizas son muy delicadas en sus primeros días de crecimiento y necesitan mucha protección de la lluvia, sol directo y sobre todo de insectos dañinos que transmiten enfermedades, esto se consigue fácilmente produciendo plántulas en bandejas protegidas dentro de túneles o invernadero.

El 50% del éxito en la producción de hortalizas depende de la calidad de la plántula al momento del trasplante. Sembrando en bandejas se puede ahorrar hasta un 30% de semilla, usando plántulas sanas y vigorosas.

Las ventajas de este método son: un 98% de sobrevivencia de plantas en el campo, se elimina la utilización de plaguicidas usados normalmente en los semilleros tradicionales, eliminación de limpias y remoción del suelo, se obtiene un mejor desarrollo individual de las plantas, mejor distribución de las plántulas en las bandejas en comparación con semilleros tradicionales, se ahorra semilla y se acelera el proceso de producción.

Las bandejas generalmente son de material plástico y otros materiales, se les encuentra en una amplia gama de medidas, formas, calidades, capacidades y usos.

4.13.1. Características deseables en las plántulas:

Longitud de guía principal mayor de 20 cm , sistema radicular desarrollado, tallo robusto, coloración del follaje (verde oscuro), planta sana (sin daños por plagas o síntomas de enfermedades), que salga el pilón completo y con una edad de 20 DDS apropiada para el trasplante (AGRIPO, 2013).

4.14. Control de maleza en túnel

Las malezas compiten con los cultivos por luz, nutrientes, agua y espacio y causan reducción de los rendimientos, disminuyen la calidad de las sandías (tamaños, y condición), son huéspedes de patógenos e insectos, dificultan el manejo de la plántulas. Se recomienda realizar manejo de malezas mecánicos, manuales y/o sustrato esterilizados.

4.15. Fertilización en túnel

Un vivero es igual que una planta en el campo, requiere de un balance de fertilizantes. Los elementos críticos que debe tener un balance adecuado son: N (nitrógeno), K (potasio), Ca (calcio) y Mg (magnesio). Además se requiere un buen nivel de P (fósforo) y tomar en cuenta otros elementos que pudieran estar presentes en el agua y los fertilizantes. Se debe considerar la cantidad de fertilizantes a aplicar porque se puede provocar un sistema radicular débil, pequeño y obtener una planta alongada débil del tallo y succulenta. La aplicación de 20-20-20 a razón de 2 gramos por litro de agua es lo más adecuado según (Lardizabal, 2007). La aplicación de 15-30-15 a razón de 6g por litros según (RAMAC, 2014).

La primera aplicación se hace cuando la planta tiene dos hojas verdaderas, es decir a los 8-9 días después de emergida la planta, con dosis de 5 g/L de agua con intervalo de aplicación de 2 días, a los 18-19 días después de emergida la planta, se aplica dosis de 10g/L de agua con el mismo

intervalo de tiempo en cada aplicación (2 días). A los 22-24 días después de emergida la planta se aplican 15g/Litro de agua, para finalizar la etapa de plántula.

La fertilización debe ser cada dos días, se aplica por medio del sistema de riego y luego se hace un riego ligero para lavar el follaje de las plántulas. La fertilización se suspende 3 días antes para preparar las plántulas al trasplante.

El Nitrógeno (N) es el motor del crecimiento de la planta y es componente de proteínas, aminoácidos y ácidos nucleicos. El Fósforo (P), transfiere energía y metaboliza proteínas. El Potasio (K), importante en la fotosíntesis, reserva de almidones.

4.16. Fertilización de la sandía

Requerimiento de fertilización en una Kg/Ha de sandía

Elemento	Nitrógeno	Fosforo	Potasio
Cantidad	150	250	150

(JICA, 2008).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción de la zona de estudio

La investigación se llevó a cabo en el Campus Agropecuario UNAN-León, situado a 1.5 Km. al sureste de la ciudad, camino a La Ceiba con una latitud 12°25'22.04"N y una longitud 86°51'11.98"S (Google earth 2014). El experimento se estableció en el área de Investigación y Producción de abonos Orgánicos del Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura (CNRA), en el período de febrero-marzo del 2014. Las condiciones del área: precipitación promedio anual de 1374 mm, humedad relativa del 70%, viento promedio de 7.5 km/h con dirección predominante noreste, evaporación de 6.2 mm, altitud de 96 msnm.

5.2. Descripción de los materiales

5.2.1. Cascarilla de arroz carbonizada

Aporta principalmente fósforo, potasio, para la elaboración de los sustratos sobre todo para hacer el sustrato liviano e incrementar la porosidad, infiltración y retención de agua que permite mejor desarrollo radicular.

5.2.2. Lombriabono

Presenta un pH prácticamente neutro, 6.8-7.2. Puede ser aplicado directamente a la semilla. Aporta gran cantidad de materia orgánica principalmente nitrógeno y fósforo.

5.2.3. Suelo

Los suelos francos son los más aptos para una gran variedad de cultivos por tener una textura equilibrada y las mejores características físicas y químicas.

5.2.4. Recipientes a utilizar

Se utilizaron contenedores hechos de papel periódico, con un volumen de 400 cm³.

5.2.5. Porta bandejas

Se utilizaron porta bandejas para brindar una base sólida a la planta.

5.3. Diseño experimental

El diseño utilizado fue Completamente Aleatorio (DCA), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones por tratamiento. Se establecieron 300 planta para cada cultivar Mickey Lee y Charleston Gray, eligiendo 75 plantas por tratamiento para cada cultivar, seleccionando al azar 25 plantas por repetición para ser muestreadas. El muestreo utilizado para medir las variables fue sistemático con plantas fijas.

5.4. Definición de los tratamientos

5.4.1. Proporciones de fertilizante

Se hicieron 4 proporciones de fertilizante. Las fertilizaciones realizadas de acuerdo a las proporciones de los elementos de los fertilizantes fueron las siguientes:

Tratamiento 1: Proporción 1:1:1 (385.2 g de 20-20-20).

Tratamiento 2: Proporción 1:2:1 (512.85 g de 15-30-15).

Tratamiento 3: Proporción 1:2:1.5 (512.85g de 15-30-15 + 63.3 g 0-0-60).

Tratamiento 4: Proporción 1:2:2 (512.85 de 15-30-15 + 127.26g 0-0-60).

5.5. Establecimiento del experimento

Primera fase

Elaboración del sustrato

Se mezcló de manera homogénea los siguiente materiales en las proporción siguiente; 40% de tierra franco arenoso tamizada con tamiz de 1.5mm, 30% cascarilla de arroz carbonizada y 30% lombriabono tamizado igual que la tierra.

El volumen del sustrato preparado fue 0.24 m³ esta cantidad fue para el llenado de 600 potes de papel periódico de 400 cm³. A este sustrato se realizó análisis de característica física y química.

Segunda fase

Elaboración de recipientes

Los recipientes se elaboraron a base de papel periódico, con 4 láminas de papel con ancho de 14cm y 57.5cm de longitud. Para la elaboración de los potes, se fabricó un molde con diámetro de 7.5cm y altura de 8.5cm para obtener un volumen de 400 cm³, luego se llenaron con sustrato a base de lombriabono, cascarilla de arroz y tierra.

Tercera fase

Proceso de pre-germinación y siembra.

Este proceso se realizó con el objetivo de lograr una germinación uniforme y aceleración de la germinación en dos días.

Paso 1. Hidratación de semilla: Sumergir la semilla en agua por 24 horas.

Paso 2. Extracción de semilla del agua y secado con papel absorbente.

Paso 3. Introducir la semilla en bolsa plástica con oxígeno ambiental, cubierta con otra bolsa negra simulando una cámara de germinación.

Paso 4. Dejar que salga el gas metabólico de la semilla en caso que no haya germinado. Con este método la germinación en cucúrbitas ocurre a las 24 horas teniendo un 98% de germinación. (UNAN LEON, CNRA, 2009-2012)

Cuarta fase

Proporción de fertilizantes y fertilización

Las Proporciones de fertilización es basado mediante recomendación de la fórmula 20-20-20.

Los fertilizantes utilizados fueron 20-20-20 de la cual se dedujo la proporción 1:1:1, para la proporción 1:2:1 se utilizó el fertilizante 15-30-15, para la proporción 1:2:1.5 se utilizó 15-30-15 + 0-0-60 (potasio soluble) y para la proporción 1:2:2 se utilizó 15-30-15 + 0-0-60 (potasio soluble). La aplicación del fertilizante se realizó al sustrato contenido en cada pote de papel periódico de 400 cm³ de volumen

La fertilización se inició 5 días después de siembra (de aquí en adelante DDS) y finalizó a los 27 DDS. Se realizaron 12 aplicaciones, con intervalo de dos días aumentando la cantidad de fertilizantes para cada uno de los tratamientos cada 6 días. En el tratamiento 1 proporción 1:1:1 20-20-20(6, 8, 10, 12 g/L), tratamiento 2 proporción 1:2:1 15-30-15 (8, 10.6, 13.3, 16 g/L) tratamiento 3 proporción 1:2:1,5 15-30-15 + 0-0-60 (8+1 ,10.6+1.3, 13.3+1.6, 16+2 g/L) tratamiento 4 proporción 1:2:2 15-30-15 + 0-0-60 (8+2 ,10.6+2.6, 13.3+3.3, 16+8 g/L). El volumen inicial de la solución agua/fertilizante fue de 10cc/plantas, finalizando con un volumen de 25 cc/planta.

5.6. Definición de las variables

Característica física y química del sustrato en laboratorio

Densidad aparente

Se realizó aplicando la metodología y fórmula dada por MALAGON, 1990.

Peso del cilindro= se pesa el cilindro vacío.

Peso seco= peso de la muestra seca - peso del cilindro.

Volumen de la muestra= $\pi * r^2 * h$.

La fórmula es $D_a = \frac{\text{peso seco (g)} - \text{el peso del cilindro}}{\text{volumen de la muestra cm}^3}$

El valor óptimo para D_a es de 0.143-0.7 g/cm³, según (Baixauli, 2002).

Densidad real

Para este cálculo se utiliza agua des gasificada.

Densidad real para picnómetro de 50ml.

20g de muestra.

Peso del picnómetro vacío.

Se pesa el picnómetro con la muestra más agua, luego se pone al baño maría por 30 minutos, posteriormente esperar 30 minutos para volver a pesar el picnómetro más la muestra completamente lleno de agua, luego se pesa el picnómetro completamente lleno de agua.

$$Dr = \frac{Da (Ps - Pv)}{(Ps - Pv) - (Psa - Pa)}$$

Da=densidad aparente.

Ps=peso del picnómetro + muestra.

Pv= peso del picnómetro vacío.

Psa=peso del picnómetro + muestra + agua.

Pa=peso del picnómetro + agua.

El valor óptimo para Dr es 1.3 a 1.5 g/cm³.

Porosidad del suelo

Determinación de la porosidad es con la siguiente fórmula sugerida por López, 1990.

$$\% \text{ de poros} = 100 - \frac{Da \text{ (g/cm}^3\text{)}}{Dr \text{ (g/cm}^3\text{)}} * 100.$$

$$\% \text{ de poros} = 100 (Dr - Da) / Dr.$$

Dr= densidad real.

Da= densidad aparente.

El valor óptimo de porosidad según (Baixauli, 2002) es mayor al 85%.

Capacidad máxima de retención de agua

La capacidad máxima de retención de agua. Según López (1990), para obtener el peso saturado se depositan las muestras en el cilindro, se les coloca filtro metálico con uñas para que la saturación sea rápida, posteriormente se depositan en una bandeja de acero inoxidable con agua, por una hora y luego son pesados para obtener el peso saturado.

$$CMS = 100 * \frac{\text{peso de la muestra seca (g)}}{\text{peso de la muestra saturada (g)}}$$

pH

Se realizó aplicando la metodología potensiométrico.

Para la calibración del pHmetro se calibra con un pH de 4 y un pH de 7.

Se toma 2.5 g de la muestra y se colocan 25 ml de agua desionizada se agita la muestra por 15 min y se procede a sacar las tres muestra en los tubos de extracción.

5.6.1. Fenología de la planta

Longitud de guía principal de la plántula

Se midió la longitud de la guía desde la superficie del suelo hasta el ápice, con la utilización de una cinta métrica. Este valor será expresado en centímetro (cm) El muestreo se realizó 5 DDS hasta los 27 DDS

Número de hojas

Se contabilizó el número de hojas de cada planta muestreada desde la primer hoja bajera verdadera hasta el ápice terminal de la planta. El muestreo se realizó 5 DDS hasta los 27 DDS.

Diámetro del tallo

Se midió el tallo entre de la superficie del sustrato en el pote y los cotiledones, para esta medición se utilizó el vernier (pie de rey) este valor se expresó en milímetros (mm). El muestreo se inició a los 5 DDS hasta los 27 DDS.

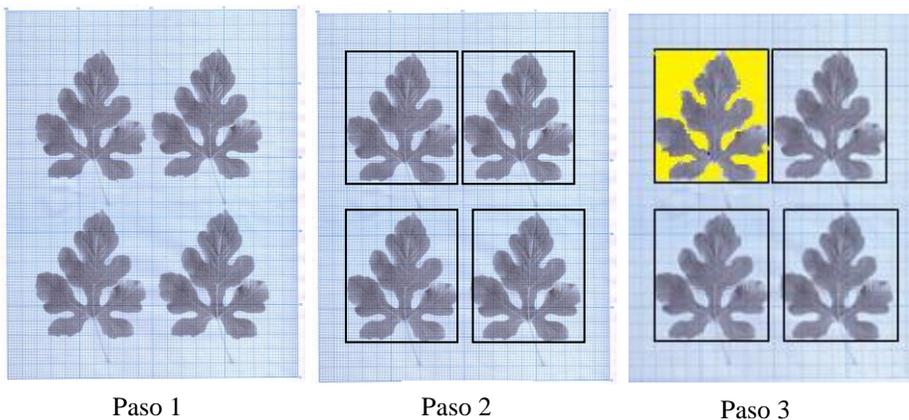
Lámina foliar

Para obtener la lámina foliar se midieron el largo y ancho de las hojas, utilizando una cinta métrica. Estos valores se multiplica y se le aplicó un correctivo de 49.7%.

La determinación del correctivo (49.7%) se realizó el siguiente procedimiento:

1. Se imprimió en una página milimetrada una fotografía de la hoja sandía.
2. Se encuadro la hoja de sandía en la página milimetrada.
3. Se contabilizaron todos los cuadros milimetrados donde cubría la hoja de sandía.
4. Se contabilizaron los cuadros milimetrados donde no cubría la hoja de sandía (imagen 1, color amarillo).
5. El último paso consistió en determinar el porcentaje de espacios milimetrados donde no cubría la hoja de sandía para determinar el área de la hoja. Este proceso se realizó cinco veces.

Imagen 1. Lámina foliar de la hoja de sandía impresa en hoja milimetrada.



El muestreo se realizó a los 30 DDS.

Clorofila

Se midió la clorofila en mol/cm³ utilizando un clorofilómetro tomando una hoja, muestreando la primera. El muestreo se realizó 5 DDS hasta los 27 DDS.

Peso fresco y seco de plántula

Se pesó primeramente la planta fresco en una balanza analítica, este dato se tomó a los 30 DDS. Para obtener el peso seco se secaron a temperatura ambiente (sol), se pesó a los 40 DDS para obtener materia seca.

Biomasa radicular

Se pesó primeramente la raíz fresca, este dato se tomó a los 30 DDS. Para obtener el peso seco se secaron con temperatura ambiente (sol), se pesó a los 40 DDS para obtener materia seca.

pH antes y después de cada fertilización.

Se mide el pH con cinta calorimétrica obteniendo 10g de sustrato mezclándolo con 20ml de agua. Se coloca en las muestras durante 2 minutos, para luego hacer la lectura. El valor óptimo del pH es de 5,5-6,8, según (Baixauli, 2002).

5.7. Relación beneficio/Costo

Esto se realizó a los 30 DDS con la siguiente ecuación (Zamorano 2001).

$$CB = \frac{\text{Ingreso Bruto}}{\text{Costo de Producción}}$$

5.8. Análisis estadístico

El análisis de los datos se realizó a través del programa estadístico SPSS 15 (Paquete Estadístico para Ciencias Sociales) para determinar las diferencias significativas existentes entre los tratamientos a través de ANOVA. En las variables donde el ANOVA determino diferencias significativas se realizó una comparación de medias según DMS con nivel de significancia del 0.05. Los resultados obtenidos están presentados a través de tablas, cuadros y gráficos.

VI. RESULTADO Y DISCUSIÓN

6.1. Propiedades físicas de sustrato evaluado en laboratorio

En la tabla 1, se indican los resultados de los parámetros físicos del sustrato, Densidad Aparente (DA) 0.95 g/cm^3 , Capacidad Máxima de Retención de Agua (CMRA) 65%, porcentaje de poros 87.6, pH 8.3 y densidad real (Dr), 1.32 g/cm^3 pH 8.3. La importancia del estudio de estos parámetros físicos en los sustratos se fundamenta en la tendencia creciente de utilización como medio de producción de plántulas en invernadero, en muchas zonas de Nicaragua. Los sustratos mejoran la absorción de agua y nutrientes, la disponibilidad de oxígeno por el sistema radicular e intercambio catiónico, garantizando el desarrollo de las raíces en el pilón sin sufrir daño (Raviv, 2002).

Estudios realizados por Baixauli (2002), reporta rangos de DA que oscilan entre 0.143 g/cm^3 - 0.7 g/cm^3 con sustrato a base de lana de roca, perlita y fibra de coco, utilizando contenedores o bandejas de 128 celdas, con volumen 15 cm^3 por celda y volumen total por bandeja de 2000 cm^3 . El valor de la DA del sustrato utilizado en esta investigación fue de 0.95 g/cm^3 , este parámetros físicos del sustrato es mayor al reportado por Baixauli (2002). Es de considerar que el suelo utilizado en la mezcla es franco arenosa DA con 1.4 g/cm^3 . Según Rostrán (2009) la adición de la cascarilla de arroz carbonizada con DA de 0.3 a 0.7 g/cm^3 mas el lombrihumos que contiene 20 a 39% de materia orgánica hacen al sustrato 32% mas liviano en comparación con el suelo de textura franco arenosa. Estas condiciones favorecen el desarrollo de las raíces, la conservación de agua y por la humedad del sustrato en estudio.

Los espacio poroso reportado por Macías (2010) es 70-88% encontrándose el sustratos utilizado en la investigación dentro de estos rangos con un porcentaje de poros 87.6%. Esto se debe a que la cascarilla de arroz carbonizada (CAC) es un material ligero y poroso que permite aireación.

El lombriabono posee macro y micro poros para la aireación y absorción de agua. Según (Porta 2003) los espacios porosos es el volumen total del medio que no está siendo ocupado por las partículas minerales u orgánica, los macro y micro poros condiciona la aireación, retención de agua del sustrato, mientras que unos están ocupados por el agua otro por el aire, el equilibrio agua-aire es muy importante, esto influirá en la frecuencia de riego y el comportamiento radicular.

En cuanto al pH del sustrato según Arevalo (1981) debe oscilar entre 5-7, comparando nuestros resultados, está fuera de este margen con pH de 8.3; este valor perteneciente a la cascarilla de arroz carbonizada, tiene pH ligeramente básico, por las concentraciones de silicio que contiene. El pH es una propiedad química del suelo que tiene un efecto importante en el desarrollo de microorganismos y plantas. El desarrollo de las plantas se ve reducido en condiciones de acidez o alcalinidad marcada. Según Baixauli y Aguilar (2002) el pH influye en la asimilabilidad de los nutrientes por la planta. Con pH inferior a 5 pueden presentarse deficiencias de nitrógeno (N), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y con valores superiores a 6,5 se disminuye la asimilabilidad de hierro (Fe), fósforo (P), manganeso (Mn), boro (B), zinc (Zn), y cobre (Cu).

Según Masías (2010), la capacidad máxima de saturación de agua es la capacidad que tiene un sustrato de absorber agua, los rangos sugeridos oscilan entre 55-70%, el sustrato de la investigación realizada se encuentra entre este rango con 65% debido que el lombriabono absorbe gran cantidad de agua ya que posee un rango 18 y 29% de materia orgánica y también la cascarilla de arroz carbonizada que es un material ligero y poroso que absorben gran cantidad de agua

Tabla 1. Parámetro físico del sustrato evaluado en laboratorio

Sustratos	DA g/cm ³	DRg/cm ³	Por %	pH	CMRA (%)
30% Lombriabono+30% CAC+40% suelo	0.95	1.32	87.6	8.3	65

6.2. pH promedio del sustrato antes y después de la aplicación del fertilizantes en las plantas de sandía (*Citrullus lanatus*) de los cultivares Mickey Lee y Charleston Gray

Según OIRSA, 2002 el pH es una variable universalmente empleada como parámetro de la calidad del sustrato, sus valores permiten predecir la disponibilidad, solubilidad y movilidad de los elementos minerales, necesarios para el crecimiento y productividad de los cultivos. La gráfica 1 y 2 indica el pH promedio del sustrato utilizado en la producción de plántulas de sandía (*Citrullus lanatus*), cultivar Mickey Lee y Charlestone Gray. A los 11 DDS antes de la aplicación de los tratamientos, el sustrato tienen un pH de 7, después de la aplicación de los tratamientos tienen un pH de 6. Según Salisbury (1992) esto es debido cuando respiran las plantas liberan dióxido de carbono en la raíces y se transforma en ácido carbónico y baja el pH. Según USAID 2007 la sandía es tolerante a suelos ácidos con pH de 5.0 y no presenta problemas en suelos

moderadamente alcalinos con pH 8, comparando estos datos con la investigación realizada son similares con pH entre 5 y 7.5, estando los elemento de NPK disponible es ese rango y haciendo sinergia entre los elemento, por lo que el sustrato puede ser utilizado sin problema en los dos cultivares.

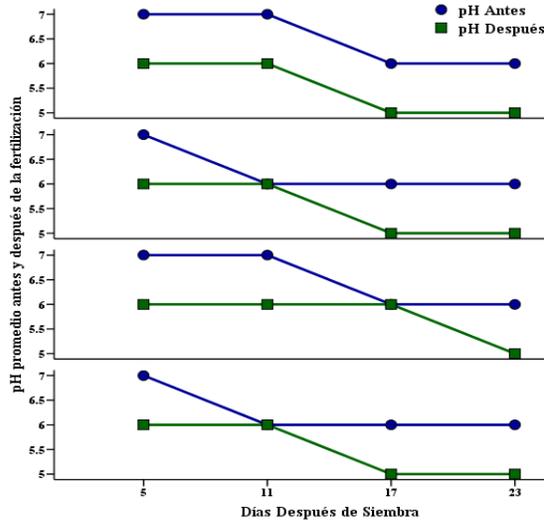


Gráfico 1. pH del sustrato antes y después de cada fertilización, cultivar de sandía Mickey Lee (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero-marzo del 2014.

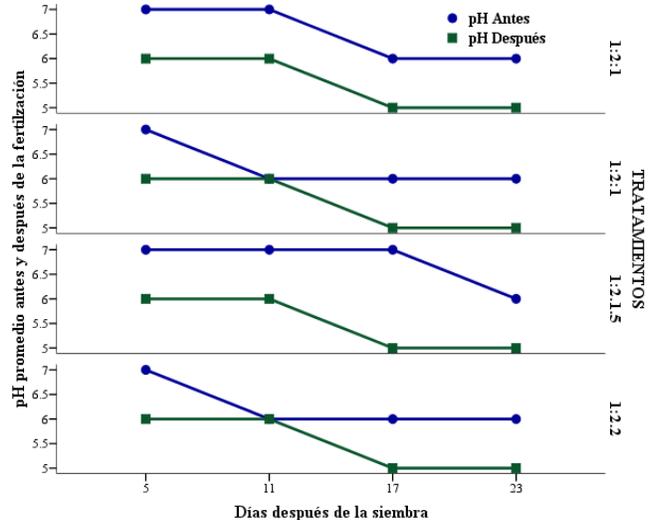


Gráfico 2. pH del sustrato antes y después de cada fertilización, cultivar de sandía Charleston Gray (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero-marzo del 2014.

6.3. Resumen estadístico del pH ante y después de la aplicación

En la tabla 2, indica el análisis estadístico la media de la variable pH del sustrato de la planta de sandía (*Citrullus lanatus*) cultivar Mickey Lee y Charleston Gray. El ANOVA de un factor muestra que existe diferencia significativa a nivel de 0.05 entre los tratamientos, para la variable pH ante de aplicación foliar (pH.A.F) sig=0.000 y pH después de la aplicación del fertilizantes (pH.D.F) sig=0.000 en cultivar Mickey Lee (Anexo 1, Tabla 9) y, pH.A.F en cultivar Charleston Gray sig=0.000 (Anexo 1, Tabla 10). Según DMS (Comparaciones múltiples) al 95% de confiabilidad para la variable pH.A.F los tratamientos 1:2:1, 1:2:2 con un promedio de 6.25 muestra que hay diferencia significativa con los tratamientos 1:2:1.5, 1:1:1 con promedio de 6.50, la variable pH.A.F los tratamientos 1:1.1, 1:2:1, 1:2:2 con promedio de 5.5 muestra que existe diferencia significativa con los tratamientos 1:2.1.5 con promedio 5.75 para el cultivar Mickey Lee. Para la variable pH.A.F del cultivar Charleston Gray los tratamientos 1:2.1.5, 1:2:1 con promedio de 6.65 muestra que existe diferencia significativa con los tratamientos 1:1:1, 1:2:2 con promedio de 6.25.

El ANOVA de un factor muestra que no existe diferencia significativa en el cultivar Charleston gray (*Citrullus lanatus*) a nivel de 0.05 en el tratamiento, pH.D.F al sustrato con sig=1.000. (Anexo 1, tabla 10). Según la diferencia de mínima significativa (DMS) (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos con la diferentes variables.

Tabla 2. Valores promedios de pH antes y después de la aplicación del fertilizantes en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) cultivar Mickey lee y Charleston gray

Tratamientos	pH.A.F.		pH.D.F.	
	Mickey lee	Charleston Gray	Mickey Lee	Charleston Gray
1:1:1 (20-20-20)	6.5 a	6.5 b	5.5 b	5.5 a
1:2:1 (15-30-15)	6.25 b	6.25 c	5.5 b	5.5 a
1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60)	6.5 a	6.75 a	5.8 a	5.5 a
1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60)	6.25 b	6.25 c	5.5 b	5.5 a

pH.A.F.: pH antes de la aplicación de fertilizante. **pH.D.F** pH después de la aplicación de fertilizantes. Valores de una misma columna seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes (sig. = 0.05) N = 15/ tratamientos.

6.4. Longitud de la guía principal

En cuanto a longitud de la guía principal en el gráfico 3 se observa la variedad Mickey Lee a los 14 DDS la longitud de las guías es similar en todos los tratamientos. Después de 17 hasta 26 DDS se obtuviera una diferencia de los tratamientos 1:1:1, 1:2:1 y 1:2:1.5 con el tratamiento 1:2:2, siendo el mejor tratamiento la proporción 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60) que alcanza una longitud de 45.4 cm y la de menor longitud de guía principal el tratamiento 1:2:2 con una longitud de 42.24. Podemos inferir que la guía aumenta de longitud 6.4 cm cada tres días.

El ANOVA de un factor muestra que no existe diferencia estadística significativa con un intervalo de confianza del 95 %, en la variable longitud de la guía significativa con sig= 0.823 (Anexo 1, Tabla 11). Según DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

En el grafica 4, indica la longitud de la guía principal de la planta de sandía variedad Charlestón Gray, a los primeros 19 DDS tiene un crecimiento similar en todos los tratamientos a los .22 DDS mejor tratamiento 1:2:2 que alcanza una longitud de 38.28 cm y la de menor longitud de guía principal el tratamiento 1:1:1 (20-20-20) con una longitud de 31.4 cm. Esto permite inferir que la guía aumenta de longitud 5.4 cm. cada tres día.

ANOVA de un factor muestra que no existe diferencia significativa estadísticamente con un intervalo de confianza del 95 %, en las variables longitud de la guía con sig= 0.616. (Anexo 1, Tabla 12) DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

El resultado de longitud de guía principal en el cultivar Mickey Lee y Charlestón Gray muestra que los tratamientos utilizados no afecta al crecimiento de la guía, sustentado en el análisis estadístico realizado para esta variable, que muestra que los tratamientos de NPK utilizadas no tienen efecto estadísticos significativos. Estos resultados sugieren que los tratamientos de NPK no provoca antagonismo entre los elemento P/K, N/P, dado que la concentración de nitrógeno favorece la absorción del fósforo y la concentración del fósforo favorece la absorción del potasio en la fórmula de fertilizante 15-30-15 + 0-0-60 en proporción 1:2:1.5 para el cultivar Mickey Lee y 15-30-15 + 0-0-60 en proporción 1:2:2 para la variedad charlestón Gray, haciendo sinergia entre los elemento, favoreciendo la absorción del nitrógeno, fósforo y potasio. El antagonismo entre elementos ocurre cuando la concentración de un elemento es mayor al punto crítico, reduciendo la absorción de otro elemento (Kólmans E. y Vásquez D. 1996).

Los tratamientos con mayor longitud de guía principal fueron 1:2:1.5 y 1:2:2 con 40 cm de promedio en 27 DDS, en condiciones protegida con una diferencia de longitud de guía principal de 11cm. Esta variable es de importancia por la relación de longitud de la guía principal con el número de hojas, a mayor brotes de hojas mayor número de guía secundaria, se incrementa probabilidad de brotación del número de flores masculina y femenina, aumentando las posibilidades de formación de frutos (Cisneros, 2000).

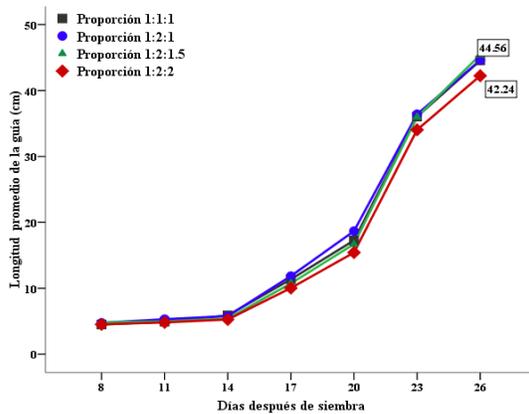


Gráfico 3. Longitud Promedio de guía (cm) cultivar de sandía Mickey Lee (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero–marzo del 2014.

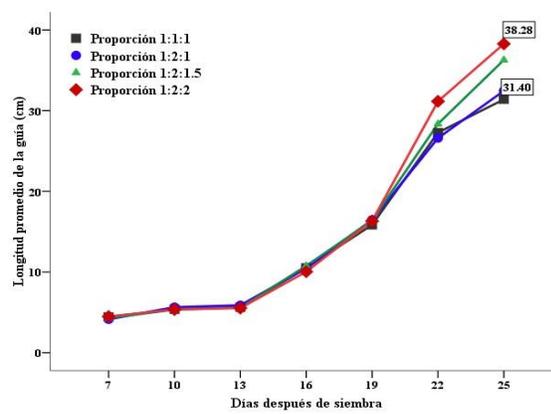


Gráfico 4. Longitud Promedio de guía (cm) cultivar de sandía Charleston Gray (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero–marzo del 2014.

6.5. Número de hojas

En la gráfica 5, se observa la variable número promedio de hoja del cultivar Mickey Lee, a los 20DDS el brote de hojas en la guía principal es similar en todos los tratamientos. Después de 23 y 26 DDS el mejor tratamiento es 1:2:1.5 con el mayor brote de hojas con 8.4, y el menor brote de hoja en el tratamiento 1:2.2 y el tratamiento 1:1:1 (20-20-20) con 8 hojas. Podemos inferir que por cada 6 o 7 cm de longitud de la guía principal brota entre 1 y 2 hoja

El ANOVA de un factor muestra que no existe diferencia estadística significativa con un intervalo de confianza del 95 % para la variable número de hojas sig= 0.982 (Anexo 1, Tabla,11).Según DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos

En la gráfica 6. Se observa la variable número promedio de hoja del cultivar Charleston Gray. 16 DDS el brote de hojas en la guía principal es similar en todos los tratamientos, a los 19 y 25 DDS el mejor tratamiento es 1:1:1 con 9.24 hojas en la guía principal, similar al tratamiento 1:2:2 con 9.08 hojas, el menor brote de hoja se da en el tratamiento 1:2:1 con 8.32 hojas. Esto permite estimar entre 5 y 6 cm de longitud de la guía principal brota entre 1 hoja por cada tres día.

ANOVA de un factor muestra que no existe diferencia estadística significativa con un intervalo de confianza del 95% , en la variable número de hojas sig=0.882 (Anexo 1, Tabla 12)

DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Según Meléndez y Molina 2002, las hojas representan la inversión de los recursos nutricionales de las plantas en procesos fisiológicos directamente ligados a las tasas de intercambio gaseoso (asimilación fotosintética del CO₂, transpiración).

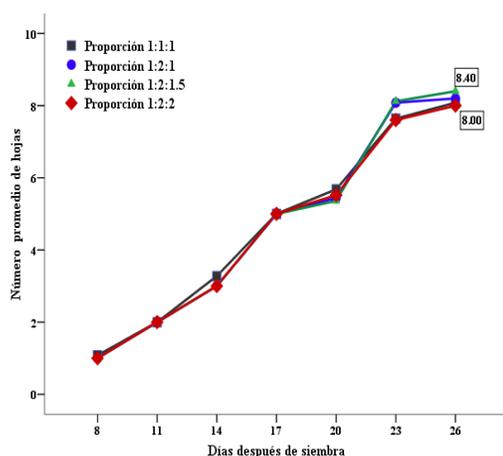


Gráfico 5. Número Promedio de hojas cultivar de sandía Mickey Lee (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero-marzo del 2014.

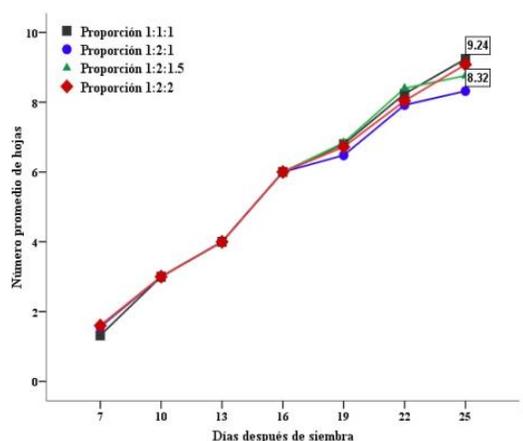


Gráfico 6. Número Promedio de hojas cultivar de sandía Charleston Gray (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero-marzo del 2014.

6.6. Diámetro de tallo

En el grafica 7, se observa el promedio de diámetro de tallo de las plantas de sandía (*Citrullus lanatus*), cultivar Mickey Lee, a los 17 DDS el tratamiento con mayor promedio de diámetro de tallo fue 1:1:1 con 5.4 mm y los tratamientos con menor diámetro y similares entre sí fueron 1:2:1.5 y 1:2:1 con 5mm. A los 20 DDS todos los tratamientos son homogéneo en promedio de diámetro tallo con 5.5mm. 26 DDS el tratamiento 1:2:1.5 difiere con los tratamientos 1:2:2 y 1:2:1 en 1.09mm. El promedio mayor de diámetro del tallo se obtiene en el tratamiento 1:2:1.5 con 6.91mm y los tratamientos con menores promedios de diámetro fueron 1:2:2 y 1:2:1 (15-30-15) con 5.82mm. Los resultados permiten estimar el índice de incremento por momento de muestreo del diámetro de tallo de las plantas de sandía en 0.99 mm cada tres días.

El ANOVA de un factor demuestra que existe diferencia estadística significativa con un intervalo de confianza del 95% en la variable diámetro del tallo sig= 0.011 (Anexo1, tabla 11). Según

DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad los tratamientos 1:1:1, 1:2:1.5 tiene diferencia significativa con los tratamientos 1:2:1 y 1:2:2.

En el grafico Grafica 8. Se observa el promedio diámetro de tallo de las plantas de sandía (*Citrullus lanatus*) cultivar Charlestón Gray, a los 10 DDS todos los tratamientos son similares con 3.9mm. A los 13 DDS el tratamiento con mayor promedio de diámetro de tallo fue la proporción 1:2:1 con 5.76 mm, y los tratamientos con menor promedio diámetro y similares entre sí fueron 1:1:1, 1:2:1.5 y 1:2:2 con 5.1mm. A los 16 DDS el tratamiento con mayor promedio de diámetro de tallo fue la proporción 1:2:1.5 con 6.5 mm y los tratamientos con menor diámetro y similares entre sí fueron 1:2:1, 1:2:2 y 1:1:1, con 6.1mm, a los 25 DDS el tratamientos 1:1:1, 1:2:1.5 difiere con los tratamientos 1:2:2 y 1:2:1 en 0.15mm.

El promedio mayor de diámetro del tallo se obtiene en los tratamientos 1:1:1 (20-20-20), 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60) con 7.03 mm, el promedio menor de diámetro de tallo se da en los tratamientos 1:2:1 y 1:2:2 con 6.88mm. Los resultado permite estimar el índice de crecimiento por momento de muestreo del diámetro de tallo en las plantas de sandía de 0.25 mm por cada tres días.

ANOVA de un factor muestra que no existe diferencia significativa estadísticamente con un intervalo de confianza del 95 %, la variable diámetro de tallo sig=0.670 (Anexo 1, Tabla 12) DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Según Somarriba, (1998) el diámetro del tallo es un parámetro importante para todo tipo de cultivo, en el tallo es donde se acumulan los nutrientes sintetizados por el proceso fotosintético. Los resultados indican que existe un efecto estadístico significativo entre los tratamientos en el cultivar Mickey Lee. Los elementos que influyen en el comportamiento del diámetro de tallo son fósforo y potasio, concordando con el tratamiento de mayor concentración de P/K (proporción 1:2:1.5) utilizado en esta investigación, sugiriendo que una relación balanceada de los elementos nutricionales. La importancia de mantener el balance nutricional es permitir que los elementos hagan sinergia y no antagonismo que conduce en el aumento de un elemento disminuye la absorción de otro. (Kólmans E. y Vásquez D.1996).

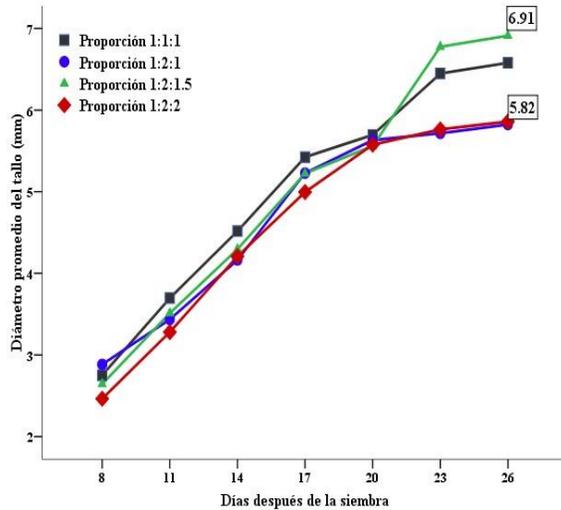


Gráfico 7. Diámetro promedio del tallo cultivar de sandía Mickey Lee (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero–marzo del 2014.

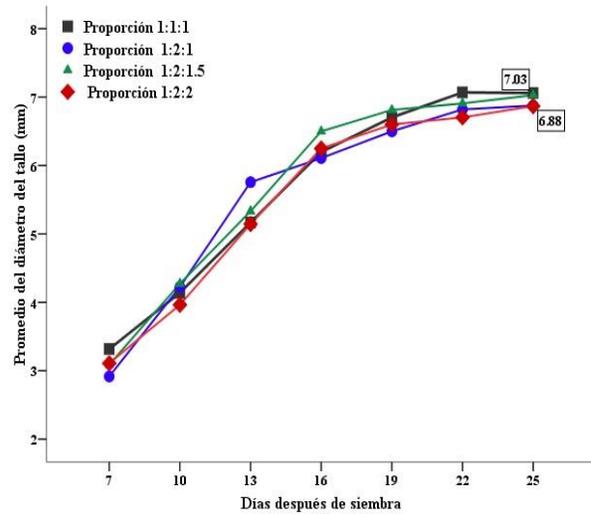


Gráfico 8. Diámetro promedio del tallo cultivar de sandía Charleston Gray (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero–marzo del 2014.

6.7. Concentración de clorofila en la hoja 1

En el gráfico 9, muestra la variable concentración promedio de clorofila en la hoja 1 de la planta de sandía (*Citrullus lanatus*), cultivar Mickey Lee, los resultados muestran que existe una diferencia en la concentración de clorofila a los 14 DDS, con mayor promedio el tratamiento 1:1:1 con 188 mol/cm² y los tratamientos con menor concentración promedio de clorofila y similares entre sí, fueron 1:2:1, 1:2:1.5 y 1:2:2 con 171.5 mol/cm². A los 26 DDS la mayor concentración promedio de clorofila se obtiene en el tratamiento 1:2:1.5 con 213.08 mol/cm² y la menor concentración de clorofila se presentó en el tratamiento 1:2:2 con 174.84 mol/cm².

El ANOVA de un factor muestra que no existe diferencia estadística significativa con un intervalo de confianza del 95 % para la variable concentración de clorofila con sig=0.352 (Anexo 1, Tabla11). Según DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

En la gráfica 10, muestra la concentración promedio de clorofila en la hoja 1 de las plantas de sandía (*Citrullus lanatus*), cultivar Charleston Gray. Los resultados indica que existe una diferencia en la concentración de clorofila en los diferentes tratamientos a partir de los 13 DDS con mayor promedio el tratamiento 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60) con 199.44mol/cm² y el resto de los tratamientos con menor promedio y similares entre sí con 169.78mol/cm². A los 25DDS la

mayor concentración promedio de clorofila se obtiene en el tratamiento 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60) con 258.24 mol/cm² y la menor concentración de clorofila se presentó en el tratamiento 1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60) con 176.52 mol/cm².

El ANOVA de un factor muestra que existe diferencia significativa estadísticamente con un intervalo de confianza del 95 % en la variable concentración de clorofila sig= 0.024 (anexo 1, tabla 12). Según Duncan (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad los tratamientos 1:2:1.5, 1:2:1 tiene diferencia significativa con los tratamientos 1:1:1, 1:2:2.

Según Meléndez y Molina (2003) la tasa fotosintética y el crecimiento de las plantas, es altamente dependiente de la concentración de nitrógeno, magnesio y fósforo en las hojas. Según Rostrán (2012), el magnesio está en la constitución del sustrato con un 1.55%, para cumplir con el potencial fotosintético que requiere la planta. Del 100% de nitrógeno solo el 23% no está directamente relacionado con los cloroplastos, el 19% es la captura de luz, 26% en la fijación enzimática de CO₂, 23% en procesos biosintéticos y energéticos, y solo un 7% es nitrógeno estructural.

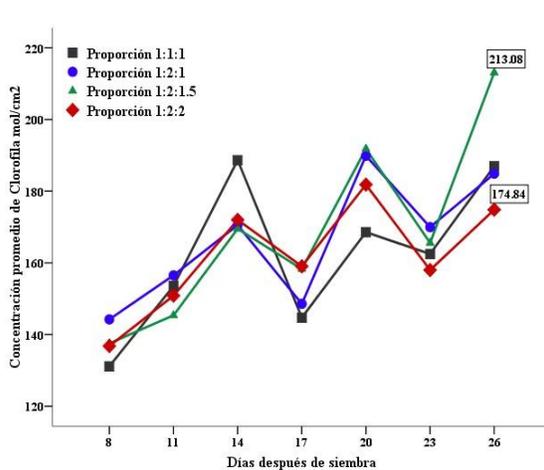


Gráfico 9. Concentración de clorofila, cultivar de sandía Mickey Lee (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero–marzo del 2014.

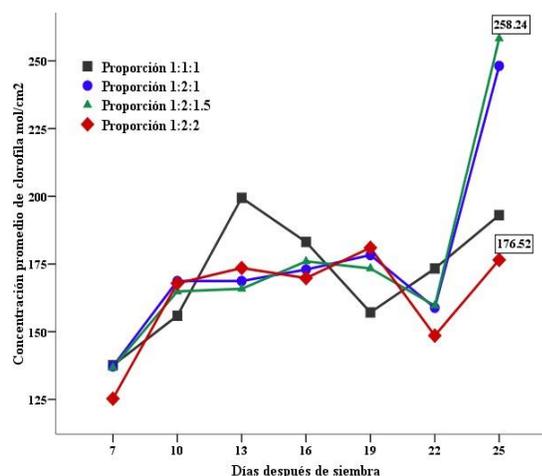


Gráfico 10. Concentración de clorofila, cultivar de sandía Charleston Gray (*Citrullus lanatus*), en el CNRA febrero–marzo del 2014.

6.8. Lámina (cm²) de las hojas del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)

En la tabla 3, indica el promedio de lámina foliar de la planta de sandía (*Citrullus lanatus*) del cultivar Mickey Lee. El tratamiento con promedio mayor de lámina foliar 1:2:1 (15-30-15) con

53.4cm² en la hoja 3. Según el análisis de ANOVA de un factor muestra que no existe diferencia significativa estadísticamente con un intervalo de confianza del 95 %.(Anexo 1, Tabla 13) Según DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos con la diferentes variables.

En la tabla 4. Indica el promedio de lámina foliar de planta de sandía (*Citrullus lanatus*) cultivar Charlestone Gray, el tratamiento con promedio mayor de lámina foliar es 1:2:1.5 con 52.8 cm² en la hoja 3. Según el análisis de ANOVA de un factor muestra que existe diferencia significativa a nivel de 0.05 entre los tratamientos, en la hoja 2 con sig=0.011 y la hoja 5 con sig= 0.036. (Anexo 1, Tabla 14). Según DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad existe diferencia significativa entre los tratamiento para la hoja 2 siendo el mayor tratamiento 1:2:1.5 con un área promedio 49.76 cm² y para la hoja 5 el mayor tratamiento fue 1:1:1 con un área promedio 45.25 cm².

Según Ibarra (1985) la determinación de la lámina foliar en las plantas tiene gran importancia en el estudio dado que las hojas sintetizan los carbohidratos que van a repartirse en los diferentes órganos. Según Rodríguez (2013), la actividad fotosintéticas y la lámina foliar están estrechamente relacionado, a mayor es la lámina foliar, mayor es la captación de luz y tasa fotosintética. El desarrollo de la lámina foliar depende de la cantidad de carbohidratos que le proporciona a la planta para su nutrición, lo cual tiene influencia directa en el crecimiento y rendimiento de los cultivos. Es evidente ver (tabla 3,4) las dos primeras hojas tienen menor tamaño por su forma ovalada a partir del brote de la tercera hoja tiene mayor tamaño debido a la forma pecioladas, pinnado-partida, dividida en 3-5 lóbulos que a su vez se dividen en segmentos.

Tabla.3 promedio de la variable lamina foliar (cm²) del cultivar sandía variedad Mickey Lee (*Citrullus lanatus*) campus agropecuario de la UNAN – LEON

Proporciones de NPK	Hoja 1	Hoja 2	Hoja 3	Hoja 4	Hoja 5
1:1:1 (20-20-20)	14.3 a	25.1 a	44.3 a	38.9 a	25.9 a
1:2:1 (15-30-15)	13.7 a	30.1 a	53.4 a	44.6 a	29.4 a
1:2:1.5(15-30-15 + 0-0-60)	14.1 a	25.6 a	52.5 a	44.6 a	30.5 a
1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60)	13.3 a	30.3 a	48.9 a	45.9 a	26.4 a

Los tratamientos con letra igual no presenta diferencia significativa, los tratamiento con diferente letra presenta diferencia significativa. Según DMS (sig. = 0.05) N = 15/ tratamientos.

Tabla 4 Promedio de la variable lamina foliar del cultivar sandía variedad Charleston Gray (*Citrullus lanatus*) campus agropecuario de la UNAN – LEON

Proporciones de NPK	Hoja 1	Hoja 2	Hoja 3	Hoja 4	Hoja 5
1:1:1 (20-20-20)	25.4 a	41.6 ab	48.2 a	52.8 a	45.2 a
1:2:1 (15-30-15)	24.4 a	36.5 b	47.8 a	42.5 a	27.7 b
1:2:1.5(15-30-15 + 0-0-60)	26 a	49.8 a	52.8.a	46.7.a	31.5 b
1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60)	23 a	30.6 b	51. a	45.7.a	33.9 ab

Los tratamientos con letra igual no presenta diferencia significativa, los tratamiento con diferente letra presenta diferencia significativa. Según DMS (sig. = 0.05) N = 15/ tratamientos.

6.9. Biomasa promedio de la planta de sandía (*Citrullus lanatus*).

En la tabla 5 muestra la variable promedio de biomasa de la planta de sandía (*Citrullus lanatus*) del cultivar Mickey Lee. El tratamiento con mayor promedio en peso fresco planta (P.F.P.) se da en el tratamiento 1:2:2 con 25.1g y el menor promedio P. F.P.F seda en la proporción 1.2:1 con 23.5g con una diferencia de 1.6 g entre los tratamientos. El mayor promedio de peso seco de la planta (P.S.P) es el tratamiento 1:2:1 con 5 g y el tratamiento con menor promedio P.S.P el tratamiento 1:1:1 con 2.8g con una diferencia de 2.2g entre los tratamientos.

En la variable longitud de raíz (L.R.) el mayor promedio fue el tratamiento 1:2:1.5 con 17.7cm y el menor tratamiento es 1:2:2 con 15.3cm con una diferencia de 2.4cm entre los tratamientos. El tratamiento con promedio mayor en peso fresco de la raíz (P.F.R.) fue el tratamiento 1:1:1 con 8.7 g y el menor promedio P.F.R se dió en el tratamiento 1:2:1 con 5.5 g con una diferencia de 3.2 g entre los tratamiento. En la variable peso seco de la raíz (P.S.R) el mayor promedio fue en el tratamiento 1:2:1.5 con 1.4 g y el tratamiento con menor promedio se dió en 1:2:1 con 1g con una diferencia de 1.4 g entre los tratamientos.

El cultivar Mickey Lee el ANOVA de un factor demuestra que no existe diferencia significativa estadística con un intervalo de confianza del 95%, en la variable P.F.P con sig= 0.806, P.S.P. con sig= 0.427, (Anexo 1, Tabla 15) L.R con sig = 0.473 y la variable P.S.R con sig= 0.226 (Anexo 1, Tabla 17) Según DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos con las diferentes variables.

El cultivar Mickey Lee el ANOVA de un factor demuestra que existe diferencia significativa estadística con un intervalo de confianza del 95%, en la variable P.F.R con sig= 0.003 (Anexo1,

tabla 17). Según DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad los tratamientos 1:1:1 (20-20-20), 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60) con peso promedio 8.6g tienen diferencia significativa con los tratamientos 1:2:1, 1:2:2 con peso promedio de 5.6g.

En la tabla 6, indica la variable promedio de biomasa de la planta de sandía (*Citrullus lanatus*) del cultivar Charleston Gray. El tratamiento con mayor de P.F.P fue 1:2:1.5 con 26.7 g y el menor promedio P.F.P fue el tratamiento 1:2:2 con 22.5 g con una diferencia de 4.2 g entre tratamientos. El mayor promedio de P.S.P fue el tratamiento 1:2:1 y 1:2:1.5 con 3.3g el menor promedio de P.F.P fue el tratamiento 1:2:2 con 2.7g con una diferencia de 0.6 g entre los tratamientos, en la variable L.R el mayor promedio fue el tratamiento 1:1:1 con 18.3cm y el menor tratamiento fue 1:2:1.5 con 14.1cm con una diferencia de 4.2 cm entre tratamientos, el tratamiento con promedio mayor de P.F.R es 1:1:1 con 7.1g y el menor promedio de P.F.R es el tratamiento 1:2:1 con 6.2g con una diferencia de 0.9g entre los tratamientos, la variable P.S.R el mayor promedio fue el tratamiento 1:1:1 y 1:2:1 con 1.4g y el tratamiento menor fue 1:2:1.5 con 1.1 con una diferencia de 0.3g entre los tratamientos.

El cultivar Charleston Gray el ANOVA de un factor muestra que existe diferencia significativa estadísticamente con un intervalo de confianza del 95 % en la variable P.F.P con sig=0.066, P.S.P con sig= 0.068 (Anexo 1, tabla 16) y L.R. con sig= 0.008 (Anexo 1, tabla 18). Según DMS(Comparaciones múltiples) al 95% de confiabilidad para la variable P.F.P los tratamientos 1:1:1 1:2:1.5 existen diferencia significativa, con los tratamientos 1:2:2, 1:2:1 para la variable P.S.P.A los tratamientos 1:2:1, 1:2:1.5 y 1:1:1 existen diferencia significativa con el tratamiento 1:2:2, la variable L.R los tratamientos 1:2:2, 1:1:1 existe diferencia significativa con el tratamiento 1:2:1.

El cultivar Charleston Gray el ANOVA de un factor muestra que no existe diferencia significativa estadísticamente con un intervalo de confianza del 95 %, para la variable P.F.R sig= 0.523 y P.S.R. sig= 0.315(Anexo1, tabla 18). Según DMS (Comparaciones múltiples) al 95% confiabilidad no existe diferencia significativa entre los tratamientos con las diferentes variables.

De lo anterior se aduce que el tratamiento que realizó mayor absorción de nutrientes y absorción de agua fue el tratamiento 1:2:1.5 puesto que poseen mayor promedio de longitud de raíz, peso

fresco y peso seco. La cantidad de biomasa del cultivo de sandía contiene un 88% de agua y minerales absorbidos, un 12% lo constituye diversas estructuras de la planta (tallo, hoja, raíz).

Según Coll (2001), citado por Mendoza, I y Rugama, A (2012) del 80 al 95% del peso fresco representa el contenido de agua existente en una planta de sandía, y del 5 al 20% del peso seco lo constituyen los nutrientes y minerales absorbidos durante el ciclo vegetativo. Según Salisbury (1998) afirman que el nitrógeno y el fósforo son elemento clave en la nutrición vegetal, actuando como transportador de energía, favoreciendo el desarrollo radicular y otros procesos como maduración, movilización de reservas nutritivas.

Tabla 5. Media de variable de la biomasa de la raíz del cultivo de sandía variedad Mickey Lee (*Citrullus lanatus*)

Proporciones de NPK	P.F.P (g)	P.S.P (g)	L.R(cm)	P.F.R(g)	P.S.R(g)
1:1:1 (20-20-20)	23.6 a	2.8 a	15.9 a	8.7 a	1.1 a
1:2:1 (15-30-15)	23.5 a	5 a	15.8 a	5.5 b	1 a
1:2:1.5(15-30-15 + 0-0-60)	24.8 a	3 a	17.7 a	8.6 a	1.4 a
1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60)	25.1 a	3.6 a	15.3 a	6.6 b	1.3 a

P.F.P: peso fresco de la planta P.S.P: peso seco de la planta L.R: longitud de la raíz. P.S.F peso fresco de la raíz. P.S.R: peso seco de la raíz. Valores de una misma columna seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes (sig. = 0.05) N = 15/ tratamientos.

Tabla 6. Media de variable de la biomasa promedio de la planta del cultivo de sandía variedad Charleston Gray (*Citrullus lanatus*)

Proporciones de NPK	P.F.P(g)	P.S.P(g)	L.R(cm)	P.F.R(g)	P.S.R(g)
1:1:1 (20-20-20)	23.4 a	3 a	18.3 a	7.1 a	1.4 a
1:2:1 (15-30-15)	22.7 b	3.3 b	16.5 ab	6.2 a	1.4 a
1:2:1.5(15-30-15 + 0-0-60)	26.7 a	3.3 ab	14.1 b	6.5 a	1.1 a
1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60)	22.5 b	2.7 b	17.1 ^a	6.8 a	1.2 a

P.F.P: peso fresco de la planta. P.S.P: peso seco de la planta L.R: longitud de la raíz. P.F.R peso fresco de la raíz. P.S.R: peso seco de la raíz. Valores de una misma columna seguidos con la misma letra no son significativamente diferentes (sig. = 0.05) N = 15/ tratamientos.

6.10. Beneficio/Costo por tratamiento

Los cálculos de producción se obtuvieron en base a 75 plántulas de sandía por tratamiento para los cultivares Mickey Lee y Charlestón Gray.

En la tabla 7 muestra el costo de producción de plántulas de sandía cultivar Mickey Lee el costo más alto se presentó en el tratamiento 1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60) con C\$ 175.53 y el menor costo se presentó en el tratamiento 1:1:1 (20-20-20) con C\$156.52.

En la relación beneficio/costo se observa que los tratamientos 1:1:1 y 1:2:1 fueron los de menor costo de producción de plántulas con relaciones de 1.68 y 1.64 córdobas. Los tratamientos 1:2:1.5 y 1:2:2 obtuvieron la menor relación 1.56 y 1.50 córdobas respectivamente. El precio de venta que se propone en esta investigación está basado para obtener un ingreso mayor del 50% de la inversión por planta.

En la tabla 8, indica el costo de producción de plántulas de sandía cultivar Charleston Gray el costo más alto se presentó en el tratamiento 1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60) con C\$ 175.15 y el menor costo se presentó en el tratamiento 1:1:1 (20-20-20) con C\$156.15.

En la relación beneficio/costo se observa que los tratamientos 1:1:1 y 1:2:1 fueron los de menor costo de producción de plántulas con relaciones de 1.68 y 1.64 córdobas. Los tratamientos 1:2:1.5 y 1:2:2 obtuvieron la menor relación 1.56 y 1.50 córdobas respectivamente.

Con este sistema de producción de plántulas no hay registro en Nicaragua, la metodología de producción de planta es una adaptación a métodos utilizados en Japón (Tsukuba2008).

Tabla 7. Resumen de beneficio costo del cultivar de sandía Mickey Lee (*Citrullus lanatus*)

Tabla 7. Resumen Costo Beneficio por tratamiento para 75 plantas							
Tratamientos	costo/planta C\$	costo/ C\$	Plantas por tratamientos	precio de venta C\$	ingreso bruto C\$	ingreso neto C\$	Relación C/B
Proporción 1:1:1	2.09	156.52	75.0	3.5	262.50	105.98	1.68
Proporción 1:2:1	2.14	160.30	75.0	3.5	262.50	102.20	1.64
Proporción 1:2:1.5	2.24	168.15	75.0	3.5	262.50	94.35	1.56
Proporción 1:2:2	2.34	175.53	75.0	3.5	262.50	86.97	1.50

Tabla 8. Resumen de beneficio costo del cultivar de sandía Charleston Gray (*Citrullus lanatus*).

Tabla 8 Resumen Costo Beneficio por tratamiento para 75 plantas							
Tratamientos	costo/planta C\$	costo/ C\$	Plantas/ tratamiento	precio de venta C\$	ingreso bruto C\$	ingreso neto C\$	Relación B/C
Proporción 1:1:1	2.08	156.15	75.0	3.5	262.50	106.35	1.68
Proporción 1:2:1	2.13	159.93	75.0	3.5	262.50	102.57	1.64
Proporción 1:2:1.5	2.24	167.78	75.0	3.5	262.50	94.72	1.56
Proporción 1:2:2	2.34	175.15	75.0	3.5	262.50	87.35	1.50

VII. CONCLUSIONES

- El sustrato cumple con las características físicas y químicas para la producción de plántulas de sandía.
- En el cultivar Mickey Lee el análisis estadístico demuestra que los tratamientos de NPK tiene un efecto significativo en las variables diámetro de tallo, peso fresco de la plántula de sandía, pH antes y después de la aplicación del fertilizante.
- En el cultivar Charlestone Gray existe efecto significativo estadístico en las variables concentración de clorofila, longitud de raíz, peso fresco y peso seco de la plántula de sandía, lamina foliar (hoja 2 y 5) y pH antes de la aplicación del fertilizante.
- El cultivar Mickey Lee presentó mayor desarrollo vegetativo en el tratamiento 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60), en las variables longitud de guía, número hojas, diámetro de tallo, lámina foliar, concentración de clorofila, longitud de raíz, peso fresco de la plántula de sandía, peso fresco de raíz y seco de raíz.
- En el cultivar Charlestone Gray los mayores promedios se obtuvieron en los tratamientos 1:2:2 (15-30-15 + 0-0-60) y 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-60) en las variables, longitud de guía, número de hojas, diámetro de tallo, concentración de clorofila, peso fresco y seco de las plántulas de sandía.
- En ambos cultivares Mickey Lee y Charlestone Gray el mayor costo de producción de plántula se dio en el tratamiento 1:2:2 con una relación de beneficio/costo de C\$ 1.5, el costo de producción menor se dio en el tratamiento 1:1:1 teniendo una relación de beneficio/costo C\$ 1.68.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de la práctica de potes de papel periódicos con volumen, de 400 cm³ en cultivo de sandía hasta los 30 DDS.

- Para la producción de plántulas de sandía con el sistema de potes de papel periódico se recomienda el uso de sustrato (30%lombriabono + 30%CAC + 40%tierra) porque presentan propiedades físicas y químicas idóneas para el desarrollo fenológicos de las plantas de sandía (*Citrullus lanatus*).

- Se recomienda el uso de los tratamientos 1:2:1.5 (15-30-15 + 0-0-060) para ambos cultivar debido que las plantas presentaron mayor desarrollo vegetativo, con mayor relación de beneficio costo C\$. 1.56.

IX. BIBLIOGRAFIA

- AGRIPRO. (2013). Agricultura Protegida. Seminario de actualización en agricultura protegida UCATSE-PROMIPAC.
- Arevalo, G. & Castellano, A. (1981). Fertilizante y enmienda. Recuperado el 5 de septiembre de 2013, de www.meic.cr/.../rtc-65-05-54.09.pdf.
- Arzola, P., & Machado, A. (2011). Suelo, planta y abonado. Recuperado el 5 de Abril de 2014, de www.teca.fao.org/.../ABONOS%20VERDES.PDF.
- Badilla, Y., & Murillo, O. (2005). Enraizamiento de estacas de especie forestales. Recuperado el 15 de Agosto de 2014, de http://www.tec.cr/sitios/Docencia/forestal/Revista_Kuru/antiores/antior6/pdf/Solucion.
- Baixauli, C., & Aguilar, O. (2002). Cultivo sin suelo de hortalizas Aspecto practico y experiencias. Valencia, España: GENERALITAT VALENCIANA.
- Chamorro, G., & Gallego, E. (2012). Efecto de tres sistema de poda y tres densidades de plantación en el comportamiento agronómico variedad Charlestón gray (*Citrullus lanatus*). Zona de caldera, ecuador: universidad del norte de ecuador tesis ingeniería agropecuaria.
- Chemonics International. (2005). PROGRAMA DE DIVERSIFICACION HORTICOLA, Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola, Maneja producción de plántulas bajo invernadero. Recuperado el 5 de Enero de 2014, de cenida.una.edu.ni/relectronicos/REF01C965mp.pdf.
- Cisneros, S. (2000). Efecto del abono orgánico en el cultivo de hortalizas. León, Nicaragua.
- Edafología. (2006). Textura del suelo. propiedades físicas de los suelos. Recuperado el 2 de Agosto de 2014, de edafologia.ugr.es/IntroEda/tema04text.htm/.
- Escalona, V., & Alvarado, P. (2009). Manual de cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) Y Melón (*Cucumis melo* L.). Recuperado el 01 de Agosto de 2014, de www.Cepoc.uchile.cl/pdf/Manual_Cultivo_Sandia_Melon.pdf.
- García, L. (2001). Fertilidad y fertilización de suelo. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Giménez, R. (2000). física del suelo. Recuperado el 23 de septiembre de 2014, de www.fagro.edu.uy/.../curso/.../fisica.pdf.
- Giménez, R. (2000). Recuperado el 4 de Septiembre de 2014, de Física del suelo: www.edafologia.com.ar/Descargas/Cartillas/%20del%20Suelo.pdf.
- González, R. (2009). Evaluación del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus* L.) variedad Mickey Lee utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego.

Managua, Fincas las mercedes, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria tesis Ingeniería Agrícola Para el Desarrollo Sostenible.

- Ibarra, W. (1985.). Comparación y validación de métodos de estimación de área foliar en ocho cultivares de sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Tesis de grado. UCV, Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela. Recuperado el 5 de Enero de 2014, de <http://www.redalyc.org/pdf/2691/269121691003.pdf>.
- IICA. (2004). Recuperado el 20 de setiembre de 2013, de manejo de sandía. http://www.rocalba.com/es/hortinova_classic.php?p=9&i=3516.
- IICA. (2007). Guía Práctica de Exportación de SANDIA a los Estados Unidos. Recuperado el 20 de septiembre de 2013, de Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura: www.bio-nica.info/biblioteca/IICA2007Sandia.pdf.
- ILCE Instituto Latinoamericano de la Comunicación educativa. (2005). La propagación Vegetativa. Recuperado el 14 de Agosto de 2014, de www.bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/157/htm.
- Infoagro. (2012). El cultivo de sandía. Recuperado el 4 de Agosto de 2014, de www.infoagro.com/contacto_publicidad/sandiahtm.
- JARDINERIA. (2007). Propiedades físicas del suelo. Recuperado el 18 de 2 de 2014, de http://jardineria.pro/16-02-2010/suelos/suelo_franco_arenoso.
- JICA. Tsukuba International Center. (2008). Japan International Cooperation Agency. Tsukuba: Japan International Cooperation Agency (JICA).
- Kalmans, E., & Vásquez, D. (1996). Manual de Agricultura Ecológica (SIMAS-CICUTEC ed.). Managua, Nicaragua: Editorial Enlace.
- Lardizabal, R. (2007). Manual de producción de plántulas en bandeja. Recuperado el 12 de Enero de 2014, de www.mcahonduras.hn/documentos/publicacioneseda/manual%20produccion/EDA_manual_produccion_plantulas_08_07.pdf.
- Lastres, L., Valdivia, A., Jaco, A., & Trabanino, R. (2007). Manual MIP en Cucúrbitas. En E. Z. (PROMIPACZAMORANO) Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central Escuela Agrícola Panamericana (Ed.). Zamorano, Honduras, Centroamérica: Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria.
- López, R. (1990). El diagnóstico de suelos y plantas. Métodos de campo y laboratorio. Madrid, España.
- M., P. (1980). Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Maracay, ven: UCV-fagro.

- Macías, R., Gonzales, E., Cavarrubios, G., López, P., López, M., Pérez, y otros. (2010). Características físicas y química de sustrato agrícola a partir de bagazo de agave tequilero. México: Iterciencia.
- MALAGON, D. (1990). física de suelo. (IGAC, Ed.). Bogotá, Colombia: IGAC.
- MAQUISA. (2010). VADEMECUM de productos.
- Meléndez, G., & Molina, E. (2003). Fertilizantes Características y Manejo. CIA/UCR.
- Mendoza, I., & Rugama, A. (Marzo de 2012). Evaluación de tres cultivares de sandía (*Citrullus lanatus*) taiwanesa en ambientes protegidos, en el Centro Nacional de Referencia en Agroplasticultura, Campus Agropecuario UNAN - LEON, Abril- julio 2010. 53. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Tesis de ingeniería tropical.
- Morales, J. (1999). Produzca fruta cultive sandia. Managua, Nicaragua: EDIGRAPSA 1999.
- OIRSA. (2002). producción de planta para vivero . Recuperado el 3 de octubre de 2014, de <http://www.croprotection.webs.upv.es/documentos/Compostaje/Sustratos-para-Viveros.pdf>.
- Oscar, S. (08 de 2005). Revista AGROMENSAJE de la Facultad Ciencias Agrarias UNR. Recuperado el 20 de Septiembre de 2013, de <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/16/7AM16.htm>.
- Pilar, M. (2005). Rendimiento del cultivo de sandía en Nicaragua. (L. prensa, Ed.).
- Primavesi, A. (1982). Manejo ecológico del suelo (5ta ed.). Buenos Aires, Argentina: El Ateneo.
- RAMAC. (2014). VADEMECUM de productos.
- Raviv, M., Wallach, R., & Silber, A. (2002). Análisis de sustrato cultivos hidropónicos y ornamentales. Recuperado el 23 de Septiembre de 2013, de www.eurohydro.com/.../sp_hydroponia-ar/pdf.
- Reche, J. (1988). La Sandía Ministerio de Agricultura, Pesca (3era ed.). Madrid, España.
- Rodríguez, J., & Trujillo, R. (2013). Evaluación de sustratos y proporciones NPK en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill.) en túnel, aplicando el método doble trasplante, CNRA del Campus Agropecuario de la UNAN-León, periodo marzo-abril 2013. León, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua Tesis de ingeniero de Agroecología tropical.
- Rostrán, J., Bárcenas, M., Escobar, J., & Castillo, X. (2012). Manual para la producción de abonos orgánicos. León, Nicaragua: UNAN-León.
- Salisbury, F., & Ross, C. (1992). Fisiología Vegetal. (N. G. philp, Ed.) Iboamerica, S.A de C.V.

- Somarriba, R. (1998.). Texto granos básicos. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Universidad de costa Rica; Centro de Investigación Agronómicas. (2002). Fertilizantes foliar principios y aplicación. (M. Gloria, & M. Eloy, Edits.) San José, Costa Rica: U.C.R.
- USAID-RED. (2007). proyecto de diversificación económica rural manual para la producción de sandía. recuperado el 6 de noviembre de 2014.

X. ANEXO

Anexo 1. Análisis estadístico de las variables evaluadas en la investigación

Tabla 9. ANOVA para las variables pH del sustrato del cultivo de Sadia (*Citrullus lanatus*) variedad Mickey Lee

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH antes	Inter-grupos	6.250	3	2.083	9.429	.000
	Intra-grupos	87.500	396	.221		
	Total	93.750	399			
pH después	Inter-grupos	4.688	3	1.563	6.600	.000
	Intra-grupos	93.750	396	.237		
	Total	98.438	399			

Tabla 10 ANOVA para las variables pH del sustrato del cultivo de Sadia (*Citrullus lanatus*) variedad charleston Gray

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH antes	Inter-grupos	17.188	3	5.729	27.923	.000
	Intra-grupos	81.250	396	.205		
	Total	98.438	399			
pH después	Inter-grupos	.000	3	.000	.000	1.000
	Intra-grupos	100.000	396	.253		
	Total	100.000	399			

Tabla 11. ANOVA para las variables evaluadas del desarrollo fenológicos del cultivo de Sandia (*Citrullus lanatus*) variedad Mickey Lee

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Número de hojas	Inter-grupos	1.170	3	.390	.057	.982
	Intra-grupos	4762.080	696	6.842		
	Total	4763.250	699			
Diámetro de tallo	Inter-grupos	22.060	3	7.353	3.751	.011
	Intra-grupos	1364.425	696	1.960		
	Total	1386.485	699			
Longitud de guía	Inter-grupos	230.627	3	76.876	.303	.823
	Intra-grupos	176476.861	696	253.559		
	Total	176707.488	699			
Clorofila	Inter-grupos	4941.514	3	1647.171	1.091	.352
	Intra-grupos	1050502.3	696	1509.342		
	Total	1055443.8	699			

Tabla.12 ANOVA para las variables evaluadas del desarrollo fenológicos del cultivo de Sadia (*Citrullus lanatus*) variedad Charleston Gray

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Número de hojas	Inter-grupos	4.359	3	1.453	.221	.882
	Intra-grupos	4579.600	696	6.580		
	Total	4583.959	699			
Diámetro del tallo	Inter-grupos	3.469	3	1.156	.519	.670
	Intra-grupos	1552.189	696	2.230		
	Total	1555.658	699			
Longitud de la guía	Inter-grupos	262.247	3	87.416	.599	.616
	Intra-grupos	101521.431	696	145.864		
	Total	101783.678	699			
Clorofila	Inter-grupos	19885.371	3	6628.457	3.177	.024
	Intra-grupos	1452191.9	696	2086.483		
	Total	1472077.2	699			

Tabla 13. ANOVA para las variables lamina foliar del cultivo de Sadia (*Citrullus lanatus*) Variedad Mickey Lee

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
hoja1	Inter-grupos	9.887	3	3.296	.402	.752
	Intra-grupos	459.464	56	8.205		
	Total	469.351	59			
hoja2	Inter-grupos	359.161	3	119.720	.810	.494
	Intra-grupos	8276.430	56	147.793		
	Total	8635.591	59			
hoja3	Inter-grupos	777.972	3	259.324	1.232	.307
	Intra-grupos	11787.634	56	210.493		
	Total	12565.607	59			
hoja4	Inter-grupos	437.467	3	145.822	.829	.483
	Intra-grupos	9848.164	56	175.860		
	Total	10285.632	59			
hoja5	Inter-grupos	244.443	3	81.481	.893	.451
	Intra-grupos	5109.515	56	91.241		
	Total	5353.958	59			

Tabla 14. ANOVA para las variables amina foliar del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Charleston Gray

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
hoja1	Inter-grupos	78.393	3	26.131	.206	.891
	Intra-grupos	7086.474	56	126.544		
	Total	7164.867	59			
hoja2	Inter-grupos	2965.502	3	988.501	4.048	.011
	Intra-grupos	13674.293	56	244.184		
	Total	16639.795	59			
hoja3	Inter-grupos	262.467	3	87.489	.351	.788
	Intra-grupos	13945.249	56	249.022		
	Total	14207.716	59			
hoja4	Inter-grupos	836.383	3	278.794	.930	.433
	Intra-grupos	16796.045	56	299.929		
	Total	17632.428	59			
hoja5	Inter-grupos	2571.064	3	857.021	3.046	.036
	Intra-grupos	15755.247	56	281.344		
	Total	18326.312	59			

Tabla 15. ANOVA para las variables biomasa de la planta del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Mickey Lee

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pf rescoplanta	Inter-grupos	30.067	3	10.022	.327	.806
	Intra-grupos	1716.667	56	30.655		
	Total	1746.733	59			
Psecodeplanta	Inter-grupos	44.400	3	14.800	.942	.427
	Intra-grupos	880.000	56	15.714		
	Total	924.400	59			

Tabla 16. ANOVA para las variables biomasa de la planta del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Charleston Gray

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Pf rescplanta	Inter-grupos	168.983	3	56.328	2.536	.066
	Intra-grupos	1244.000	56	22.214		
	Total	1412.983	59			
Psecoplanta	Inter-grupos	3.383	3	1.128	2.506	.068
	Intra-grupos	25.200	56	.450		
	Total	28.583	59			

Tabla 17. ANOVA para las variables biomasa radicular del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Mickey Lee

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Longitud de raíz	Inter-grupos	48.733	3	16.244	.849	.473
	Intra-grupos	1071.600	56	19.136		
	Total	1120.333	59			
Peso fresco raíz	Inter-grupos	107.383	3	35.794	5.244	.003
	Intra-grupos	382.267	56	6.826		
	Total	489.650	59			
Peso seco Raiz	Inter-grupos	1.517	3	.506	1.517	.220
	Intra-grupos	18.667	56	.333		
	Total	20.183	59			

Tabla 18 ANOVA para las variables biomasa radicular del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Charleston Gray

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Longitud de raíz	Inter-grupos	139.267	3	46.422	4.349	.008
	Intra-grupos	597.733	56	10.674		
	Total	737.000	59			
Peso fresco raíz	Inter-grupos	7.067	3	2.356	.757	.523
	Intra-grupos	174.267	56	3.112		
	Total	181.333	59			
Peso seco raíz	Inter-grupos	1.200	3	.400	1.209	.315
	Intra-grupos	18.533	56	.331		
	Total	19.733	59			

Anexo 2. Fertilización para plántulas de sandía

Tabla 19. Fertilización del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)

Fertilización en cultivo de sandía (<i>Citrullus lanatus</i>)				
Proporciones de NPK				
DDS	20-20-20 1:1:1	15-30-15 1:2:1	15-30-15 + 0-0-60 1:2:1.5	15-30-15 + 0-0-60 1:2.2
5	6 g/1 lts	8g/1 lts	8g/1 lts + 1 g/lts	8g/1 lts + 2g/1 lts
7	6 g/1 lts	8g/1 lts	8g/1 lts + 1 g/lts	8g/1 lts + 2g/1 lts
9	6 g/1 lts	8g/1 lts	8g/1 lts + 1 g/lts	8g/1 lts + 2g/1 lts
11	8 g/1 lts	10.6g/1 lts	10.6g/1 lts + 1.3g/1 lts	10.6g/1 lts + 2.6g/1 lts
13	8g/1 lts	10.6g/1 lts	10.6g/1 lts + 1.3g/1 lts	10.6g/1 lts + 2.6g/1 lts
15	8 g/1 lts	10.6g/1 lts	10.6g/1 lts + 1.3g/1 lts	10.6g/1 lts + 2.6g/1 lts
17	10 g/ 1lts	13.3g/1 lts	13.3g/1 lts + 1.6g/1 lts	13.3g/1 lts + 3.3g/1 lts
19	10 g/1 lts	13.3g/1 lts	13.3g/1 lts + 1.6g/1 lts	13.3g/1 lts + 3.3g/1 lts
21	10 g/1 lts	13.3g/1 lts	13.3g/1 lts + 1.6g/1 lts	13.3g/1 lts + 3.3g/1 lts
23	12 g/1 lts	16g/1 lts	16g/1 lts + 2g/1 lts	16g/1 lts + 8g/1 lts
25	12 g/1 lts	16g/1 lts	16g/1 lts + 2g/1 lts	16g/1 lts + 8g/1 lts
27	12 g/1 lts	16g/1 lts	16g/1 lts + 2g/1 lts	16g/1 lts + 8g/1 lts

Anexo 3.

Tabla 20. Presupuesto para plántulas del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)

Presupuesto para plántulas del cultivar de sandía Mickey lee (<i>Citrullus lanatus</i>)						
ITEM	DESCRIPCION	U DE MEDIDAS	CANTIDAD	P UNITARIO C\$	TOTAL	observaciones
1	preparacion de sustrato					
	Lombriabono	m3	0.036	3400	122.4	
	tierra	m3	0.048	200	9.6	
	CAC	m3	0.036	425	15.3	
	Mikey lee	g	15	3.3	49.5	
	Siembra en semillero	hr/hb	1	20	20	
	Porta bandeja	unidad	5	4	20	
	Riego	hr/hb	4	18	72	
2	Siembra en potes de papael				0	
	Papel periodico	Lb	10	5	50	
	Elaboracion de cartucho	hr/hb	2	20	40	
	Llenado de cartucho	hr/hb	1	20	20	
	mancozeb	1 kg	0.02	180	3.6	
	aplicación de fungicida	hr/hb	0.5	20	10	
	aplicación de fertilizante	hr/hb	5	20	100	
	uso de tunel	Dias	30	1.6	48	
			sub - total		580.4	
3	Fertilizantes					costo total
T1	20-20-20	kg	0.1428	80.00	11.42	156.52
T2	15-30-15	kg	0.19005	80.00	15.20	160.30
T3	15-30-15 + 0-0-60	kg	0.213465	108.00	23.05	168.15
T4	15-30-15 + 0-0-60	kg	0.281715	108.00	30.43	175.53

Tabla 21. Presupuesto para plántulas del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*)

Presupuesto para plántulas del cultivar de sandía Charlestone gray (<i>Citrullus lanatus</i>)						
ITEM	DESCRIPCION	U DE MEDIDAS	CANTIDAD	P UNITARIO C\$	TOTAL	observaciones
1	preparacion de sustrato					
	Lombriabono	m3	0.036	3400	122.4	
	tierra	m3	0.048	200	9.6	
	CAC	m3	0.036	425	15.3	
	Charleston gray	g	30	1.6	48	
	Siembra en semillero	hr/hb	1	20	20	
	Porta bandeja	unidad	5	4	20	
	Riego	hr/hb	4	18	72	
2	Siembra en potes de papael				0	
	Papel periodico	Lb	10	5	50	
	Elaboracion de cartucho	hr/hb	2	20	40	
	Llenado de cartucho	hr/hb	1	20	20	
	mancozeb	1 kg	0.02	180	3.6	
	aplicación de fungicida	hr/hb	0.5	20	10	
	aplicación de fertilizante	hr/hb	5	20	100	
	uso de tunel	Dias	30	1.6	48	
			sub - total		578.9	
3	Fertilizantes					costo total
T1	20-20-20	kg	0.1428	80.00	11.42	156.15
T2	15-30-15	kg	0.19005	80.00	15.20	159.93
T3	15-30-15 + 0-0-60	kg	0.213465	108.00	23.05	167.78
T4	15-30-15 + 0-0-60	kg	0.281715	108.00	30.43	175.15

Anexo 4.

Procedimiento para calcular la cantidad de fertilizantes según el tratamiento (proporciones).

Fórmulas de fertilizantes utilizados

20-20-20

15-30-15

0-0-60

1. Cálculo de la cantidad de N que contiene 6g de 20-20-20.

100g (20-20-20) 20 g N
6g (20-20-20) x
X= (20g N/6g) x 100g = 1.2 g N

2. Cálculo de la cantidad de N para la formula 15-30-15.

100g 15-30-15 15gN
X **1.2 g N**
X= (100g/1.2 g N) x 15g N= 8g

3. Cálculo de la cantidad de NPK según los tratamientos (proporciones).

1:1:1= 1.2: 1.2: 1.2
1:2:1= 1.2:2.4:1.2
1:2:1.5= 1.2: 2.4:1.8
1:2:2= 1.2: 2.4: 2.4

4. Cálculo de la cantidad de K para la proporción 1:2:1.5.

1 (proporción) 1.2g K
1.5 (proporción) X
X=(1.2x1.5)/1 =1.8
X=1.2-1.8=0.6g de 0-0-60

5. Cálculo de la cantidad de 0-0-60 para la proporción 1:2:1.5.

100g 0-0-60 60g K
X **0.6 g K**
X: (100g x 0.6g K)/60g K = 1g

6. Cálculo de la cantidad de K para la proporción 1:2:2.

1(proporción) 2.4
2(proporción) X
X= (1.2x 2)/1 =2.4
X= 1.2-2.4= 1.2

7. Cálculo de la cantidad de 0-0-60 para la proporción 1:2:2.

100 g 0-0-60g K
X **1.2 g K**
100g x 1.2g K)/60g K = 2g

Anexo 5. Imágenes del experimento cultivar Mickey lee y Charleston gray



Imagen 2. Pre germinación de la semilla de Sandía (*Citrullus lanatus*)



Imagen 3. Siembra de sandía (*Citrullus lanatus*)



Imagen 4. Desarrollo vegetativo de plántulas de sandía (*Citrullus lanatus*)



Imagen 5. Biomasa de la plántula de sandía (*Citrullus lanatus*).



Imagen 6. Biomasa de la raíz de la plántula de sandía (*Citrullus lanatus*).



Imagen 7. Biomasa de la plántula de sandía (*Citrullus lanatus*)



Imagen 8. Biomasa de la raíz de la plántula de sandía (*Citrullus lanatus*)