



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Evaluación de tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y tres dosis de fertilización, bajo riego por micro aspersion en época seca, UNA, Managua, 2016

AUTORES

Br. Aldrin Jair Picado Rivera
Br. Javier José Aguirre Gámez

ASESORES

Ing. MSc. Henry Alberto Duarte Canales
Ing. MSc. Álvaro Benavides González
Ing. MSc. Juan Carlos Moran Centeno

**Managua, Nicaragua
Diciembre, 2016**



“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Graduación

Evaluación de tres cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y tres dosis de fertilización bajo riego por micro aspersión, en época seca, UNA, Managua, 2016

AUTORES

Br. Aldrin Jair Picado Rivera

Br. Javier José Aguirre Gámez

Trabajo presentado a la consideración
del honorable tribunal examinador, como requisito final
para optar al título de
Ingenieros Agrícola para el Desarrollo Sostenible

**Managua, Nicaragua
Diciembre, 2016**

INDICE DE CONTENIDO

<i>Sección</i>	<i>Página</i>
DEDICATORIA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y METODOS	4
3.1. Ubicación del ensayo	4
3.2. Condiciones climáticas	5
3.3. Establecimiento del ensayo	6
3.4. Manejo agronómico del ensayo	6
3.4.1. Establecimiento de semillero	6
3.4.2. Preparación del suelo	7
3.4.3. Siembra	7
3.4.4. Tutorado	7
3.4.5. Riego	7
3.4.6. Fertilización	8
3.5. Descripción de los tratamientos	9
3.6. Parámetros hidrofísicos del suelo	9
3.6.1. Curva de infiltración del agua a través del suelo	9
3.6.2. Capacidad de campo (Cc)	10

3.7. Propiedades físicas del suelo	11
3.7.1. Densidad real (Dr) y densidad aparente (Da)	11
3.8. Parámetros de diseño agronómico de riego	11
3.8.1. Lámina de riego	11
3.8.2. Coeficiente de cultivo (Kc)	12
3.8.3. Coeficiente de rendimiento (Ky)	12
3.8.4. Coeficiente de uniformidad (CU)	13
3.9. Variables de crecimiento	14
3.10. Variables de fruto	14
3.11. Análisis económico	16
3.12. Análisis de la información	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. Parámetros hidrofísicos del suelo	18
4.1.1. Curva de infiltración del agua en el suelo	18
4.1.2. Capacidad de campo	19
4.2. Parámetros de diseño agronómico de riego	19
4.2.1. Coeficiente del cultivo “Kc”	19
4.2.2. Coeficiente de rendimiento “Ky”	20
4.2.3. Coeficiente de uniformidad (Cu)	21
4.3. Propiedades físicas del suelo	21
4.3.1. Densidad real (Dr) y Densidad aparente (Da)	21
4.3.2. Porosidad del suelo (Pr)	22
4.4. Variables de crecimiento	22
4.4.1. Altura de planta	23
4.4.2. Diámetro de planta	24
4.4.3. Número de ramas por planta	24
4.5. Variables del fruto	25
4.5.1. Número de frutos por planta	27
4.5.2. Número de racimos por planta	27
4.5.3. Semillas por fruto	28
4.5.4. Número de lóculos	28

4.5.5. Diámetro de lóculos	29
4.5.6. Pericarpio de tomate	29
4.5.7. Primera cosecha	29
4.5.8. Segunda cosecha	30
4.5.9. Tercera cosecha	31
4.5.10. Cuarta cosecha	31
4.6. Rendimiento por cosecha y rendimiento total en kg ha⁻¹	32
4.7. Análisis del presupuesto parcial	34
4.7.1. Relación beneficio costo	36
V. CONCLUSIONES	37
VI. BIBLIOGRAFIA CITADA	38
VII. ANEXOS	44

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, quien me dio la vida, sabiduría e inteligencia para poder culminar mi carrera y superar los obstáculos que durante todo mi proceso de formación se presentaron.

Principalmente a mi abuela **Hilda Del Carmen Reyes Santos** (Q.E.P.D), quien cuidó de mí desde temprana edad, me enseñó valores y sobre todo el respeto hacia los demás. Que, si estuviera en este mundo, estaría orgullosa.

A mi tía **Jancy Danela Picado Reyes**, por estar siempre a mi disposición y en los momentos que más necesitaba ayuda. A mi abuelo **Rodrigo Picado Cruz**, quien ha sido como un padre, que con esfuerzo y dedicación me ha brindado su apoyo y sus consejos.

A mi madre **Bertha Rivera Rodas**, que, a pesar de estar lejos de sus hijos, siempre nos regalaba su apoyo y sus consejos como madre.

Y sin dejar atrás a mi padre **Ing. Jairo Picado Reyes**, que durante todos estos años me ha estado apoyando, con gran esfuerzo y perseverancia, y para quien este trabajo tiene una importancia significativa en la vida de él.

Br. Aldrin Jair Picado Rivera

DEDICATORIA

Primeramente, le agradezco a *Dios*, por darme la oportunidad de culminar mis estudios con éxito, por darme fortaleza y salud cuando más lo necesite.

Dedico este trabajo de investigación a mis padres **Dra. Octavia Patricia Gámez Ulloa y Jacinto Javier Aguirre Navarro**, por darme su confianza y su apoyo incondicional en todo momento. A pesar de las circunstancias y obstáculos de la vida siempre estuvieron guiándome por el camino del bien.

A todos los miembros de mi familia que siempre me ayudaron directa o indirectamente en todo el trayecto de mi formación profesional.

A mis compañeros y maestros de clase que de alguna manera fueron parte de este logro.

“PERSISTE, si todo fuera fácil, cualquiera lo lograría”

Br. Javier José Aguirre Gámez

AGRADECIMIENTOS

A:

Nuestros asesores: **MSc. Henry Alberto Duarte, Canales MSc. Álvaro Benavidez González y MSc. Juan Carlos Moran Centeno** por darnos la oportunidad, apoyo y dedicación en todo el transcurso de nuestro trabajo de investigación.

A nuestros compañeros, profesores y amigos que fueron parte de nuestro trabajo de investigación.

A la Universidad Nacional Agraria por darnos la oportunidad de desarrollar nuestra carrera.

Al personal que labora en el CENIDA y HEMEROTECA por su paciencia y apoyo en todo el transcurso de nuestro trabajo.

Br. Aldrin Jair Picado Rivera

Br. Javier José Aguirre Gámez

INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro</i>	<i>Página</i>
1. Caracterización físico - química del área experimental	5
2. Descripción de los tratamientos	9
3. Coeficientes de rendimiento para cada uno de los tratamientos evaluados.	21
4. Análisis de varianza en variables de crecimiento y factores estudiados en genotipos de tomate y dosis de fertilización, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	23
5. Comparación de los valores medios para la altura de la planta (cm) y diámetro del tallo (cm), Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	24
6. Comparación de los valores medios para la variable número de ramas por planta, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	25
7. Análisis de varianza en variables de fruto y factores estudiados en genotipos de tomate y dosis de fertilización.	26
8. Comparación de los valores medios para la variable tomates por planta y racimo por planta respectivamente, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	28
9. Comparación de los valores medios para las variables de cantidad de semillas, numero de lóculos, diámetro del lóculo (cm) y pericarpio del tomate (cm). Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	29
10. Comparación de los valores medios para la variable de fruto, efectuados en la primera cosecha, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	30
11. Comparación de los valores medios para la variable de fruto, efectuados en la segunda cosecha, realizados en Managua, Nicaragua, 2016.	30

12. Comparación de los valores medios para la variable de fruto, efectuados en la tercera cosecha, realizados en Managua, Nicaragua, 2016.	31
13. Comparación de los valores medios para la variable de fruto, efectuados en la cuarta cosecha, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	32
14. Análisis de varianza en la variable de rendimiento en kg. ha ⁻¹ y factores estudiados en genotipos de tomate y dosis de fertilización.	32
15. Comparación de los valores medios para los rendimientos en kg ha-1 efectuados por cosecha. Evaluados en Managua, Nicaragua, 2016.	33
16. .Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, 2016	35
17. Análisis de utilidades y relación beneficio costo, universidad nacional agraria, Managua, Nicaragua, 2016.	36

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura</i>		<i>Página</i>
1.	Ubicación del municipio de Managua (INETER, 2011).	4
2	Rango de precipitaciones (Pp), temperaturas máximas (T max) y mínimas (T min) de enero a junio del 2016 (INETER, 2016).	6
3.	Curva de infiltración ajustada e infiltración acumulada del agua en el suelo, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	18
4.	Etapas de desarrollo y coeficientes de cultivo encontrados por medio de datos meteorológicos, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	20
5.	Interacción de cultivar*dosis para el rendimiento total en kg ha ⁻¹ , Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.	34

INDICE DE ANEXOS

<i>Anexo</i>	<i>Página</i>
1. Datos en campo de prueba de velocidad de infiltración	44
2. Calculo de la obtención de velocidad de infiltración a través del método de regresión lineal simple de Kostiakov – Lewis	45
3. Calculo de la infiltración ajustada e infiltración acumulada	46
4. Calculo de la velocidad de infiltración usando el método de Kostiakov – Lewis	47
5. Calculo del coeficiente de rendimiento del cultivo “ky” para cada tratamiento	48
6. Calculo del coeficiente de uniformidad	49
7. Calculo del coeficiente de cultivo “kc” y requerimientos hídricos a través de CROPWAT 8.0	50
8. Instalación del sistema de riego por micro aspersión, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016	51
9. Prueba en campo para la determinación de velocidad de infiltración e infiltración acumulada del suelo, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016	51
10. Aplicación de insecticida para el control y erradicación del complejo mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>), en el cultivo de tomate, Universidad Nacional Agraria, Managua 2016	52

RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas más importante en Nicaragua, tanto en consumo como en comercialización, en el país el cultivo inicio en el año 1940, y actualmente los rendimientos varían en un rango de 12 y 18 toneladas ha⁻¹, Estos rendimientos pueden verse afectados por plagas y enfermedades que perjudican el cultivo, incrementando los costos de producción por el uso frecuente de productos químicos para su control. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de tres cultivares de tomate (F1 IT 105, F1 Savana Y F1 Kiara), con respecto a tres dosis de fertilización, en proporciones completo de 12 – 30 – 10 (113 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ Y 67 kg ha⁻¹). El ensayo se estableció en el área experimental de la Facultad de Agronomía, adscrito a la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 12 ½ carretera norte. Este se encuentra ubicado a 12° 08' 36'' latitud Norte y 86° 9' 49'' longitud Oeste a una altura de 56 msnm. El suelo presenta un pH de 8.03, con pendiente entre 0 y 2 %. Se utilizó un diseño de arreglo en franjas con 5 repeticiones, los datos fueron analizados mediante el Análisis de Varianza (ANDEVA) y separación de medias por Tukey ($\alpha < 0.05$). Las variables altura de planta, diámetro del tallo, número de ramas, número de frutos por planta, racimo por planta, cantidad de semillas por fruto, diámetro del lóculo, y la segunda toma de datos del fruto mostraron efectos significativos en los factores estudiados. Las variables pericarpio del tomate, primera y cuarta cosecha de la variable fruto no mostraron algún efecto estadístico. De igual manera, la tercera y cuarta cosecha para el factor dosis de fertilización edáfica aplicada no se vio afectada estadísticamente. Los rendimientos resultaron significativos con los promedios más altos para la cultivar F1 Savana con 7,223.6 kg ha⁻¹, y con 8,096 kg ha⁻¹ para la dosis más alta de fertilización a 113 kg ha⁻¹

Palabras claves: *Solanum lycopersicum* L, fertilización, riego por micro aspersión.

ABSTRACT

The tomato crop is one of the most important vegetables of Nicaragua, both consumption and marketing in the country cultivation began in the 1940s, and currently yields vary in the range of 12 to 18 tons ha⁻¹, These yields may be affected by pests and diseases that damage the crop, increasing production costs by frequent use of chemicals for eradication. The aim of this study was to evaluate the effect of three tomato varieties (F1 IT 105, F1 Savana And F1 Kiara), compared to three doses of soil fertilization (113 kg ha⁻¹, 90 kg. ha⁻¹ and 67 kg ha⁻¹) full (NPK) 12-30-10. The trial was conducted in the experimental area of the Faculty of Agriculture, attached to the National Agrarian University, located at kilometer 12 ½ road north. This is located at 12 ° 08 '36' 'North latitude and 86 ° 9' 49 " west longitude at an altitude of 56 meters. The soil has a pH of 8.03 with slope between 0 and 2%. and design split-block with 5 replications, data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and mean separation by Tukey ($\alpha < 0.05$) was used. The variables plant height, stem diameter, number of branches per plant tomatoes, cluster per plant, number of seeds, diameter lóculo second data collection and fruit weight per plant showed significant effects on the factors studied. The varieties were not affected in the pericarp of tomato, first and fourth harvest the fruit. Similarly, the third and fourth crop was not affected by soil fertilization doses applied. Yields were significant with the highest average for the variety F1 Savana with 7,223.6 kg ha⁻¹, and 8,096 kg ha⁻¹ for the highest dose of fertilizer to 113 kg ha⁻¹.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L, fertilization, irrigation.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es miembro de la familia de las solanáceas, donde también pertenecen otras hortalizas como la papa, berenjena y chile. Biológicamente es una planta semi perenne, apta para vivir y producir frutos durante varios años, se cultiva anual por razones económicas y comerciales (Castillo, 2001). Puede presentar básicamente dos hábitos de crecimiento: determinado e indeterminado. La planta indeterminada se caracteriza por tener un crecimiento extensivo, postrado, desordenado y sin límite. A diferencia de esta, la planta determinada tiene tallos con segmentos que presentan progresivamente menos hojas por inflorescencia y terminan en una inflorescencia, lo que resulta en un crecimiento limitado (CEPOC, 2009).

Para el ciclo productivo 2015 / 2016 en Nicaragua, el área total sembrada en hortalizas fue de 7,068 manzanas, 31% menor que el ciclo anterior, la producción obtenida fue de 3.9 millones de quintales, representando el 2.6% mayor a la producción en el ciclo anterior (3.8 millones de quintales). Se cosechó 1,109,551 quintales de tomate el cual se cumplió con un 85% de la meta establecida en el plan de producción (INTA, 2016).

La planta de tomate es relativamente exigente en nutrientes. En su período vegetativo utiliza entre 5 - 7 % de los nutrientes existentes en el suelo; La fase de mayor extracción es la fructificación, que para ello debe tener disponible adecuadas cantidades de nutrientes (INTA, 1999). Se considera que el rendimiento medio a nivel nacional está entre las 30 y 35 toneladas métricas. Ha⁻¹ (PRIICA, 2016).

El jitomate o "tomate rojo" es originario de América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile, aunque se considera a México como centro de su domesticación. Con la llegada de los españoles se expandió al viejo continente y de ahí a todo el mundo; con su comercialización y difusión lograda, actualmente forma parte de la dieta alimenticia de varias culturas a nivel internacional (MIFIC, 2007).

Las hortalizas han satisfecho las demandas alimenticias de la población. El tomate, tiene ventajas económicas y nutritivas; catalogadas como una fuente de vitaminas A y C que ayudan a corregir las deficiencias de las mismas. El crecimiento poblacional, el excelente sabor y versatilidad de usos, tienden a aumentar el consumo del tomate tanto en zonas urbanas como rurales (INTA, 2004).

Sin embargo, en Nicaragua es necesario que a las hortalizas se les dé mayor importancia por su potencial económico y su demanda alimenticia. Su producción se adapta bien a las condiciones agroclimáticas de los trópicos, particularmente bajo riego y en zonas altas con marcados períodos secos como los que se presentan en nuestro país (INTA, 2004).

Las principales áreas de producción de tomate, están ubicadas en los departamentos de Matagalpa y Jinotega, particularmente en el Valle de Sébaco y Tomatoya. También se produce en menor escala en las zonas de Estelí, Malacatoya, Tisma y Nandaime. Todas estas especies son exclusivamente sudamericanas y constituyen un recurso hereditario extremadamente importante para el mejoramiento genético del tomate que poseen una gran cantidad de genes para resistir factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (estrés hídrico y salino) (Martínez y Granados, 2011).

La agricultura bajo riego en Nicaragua, se inició en la década de los años 50 y representó el 6.4% de la actividad agrícola total. Los cultivos bajo riego en esa época fueron principalmente el banano y caña de azúcar. Para el desarrollo de la agricultura de riego, se utilizaron los mejores suelos de la planicie del Pacífico, sirviéndose en su mayoría de aguas subterráneas y superficiales (MAG, 2008).

El riego por micro aspersión es una estrategia para resolver inconvenientes, ya que en suelos de textura gruesa el riego por goteo forma unos bulbos estrechos y profundos, lo que puede dar lugar a que no se moje un área suficiente de suelo requerido para el desarrollo de un sistema radical. Además, el agua profundiza excesivamente, lo que puede dar lugar a pérdidas de agua y fertilizantes, que salen fuera del alcance de las raíces (Fuentes, 2003).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el comportamiento de tres cultivares de tomate F1 IT I 105, F1 Savana y F1 Kiara, y tres dosis de fertilización edáfica (12-30-10) bajo riego por micro aspersión, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

2.2. Objetivos específicos

Determinar el efecto de tres cultivares de tomate sobre el desarrollo, crecimiento y rendimiento.

Determinar el efecto de tres dosis de fertilización edáfica (12 – 30 – 10) en tres cultivares de tomate sobre su desarrollo, crecimiento y rendimiento.

Seleccionar el efecto de los tratamientos (interacción) cultivares y dosis de fertilización sobre el rendimiento del cultivo de tomate.

Determinar el beneficio/costo de cada uno de los tratamientos, establecido en el cultivo de tomate.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del ensayo

El ensayo se estableció en el departamento de Managua en el área experimental de la Facultad de Agronomía, adscrito a la Universidad Nacional Agraria (UNA), Ubicada en el kilómetro 12 ½ carretera norte. Este se encuentra a 12° 08' 36'' latitud Norte y 86° 9' 49'' longitud Oeste a una altura de 56 msnm. El suelo presenta un pH de 8.03, con pendiente entre 0 y 2 % (Martínez y Granados, 2011).



Figura 1. Ubicación del municipio de Managua (INETER, 2011).

De acuerdo con los análisis físico – químico de suelo, realizado en el laboratorio de suelos y agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria (2016), se encontraron valores de pH medianamente alcalino (8.03), contenido medio de materia orgánica (2.6 %), y nitrógeno (0.13 %), alto en fósforo (22.8 Ppm) y potasio (4.68 Ppm) una clase textural Franco Arenoso (Arcilla 11.2 %, Limo 28 %, Arena 60.8 %).

Cuadro 1. Caracterización físico - química del área experimental

Prof.	pH	%			Ppm			Meq/100 g suelo			Ppm		Textura		
	Cm	H ₂ O	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Zn	Mn	Arcilla %	Limo %	Arena %	
25	8.03	2.6	0.13	22.8	4.68	25.01	11.02	0.98	1.12	28.48	11.2	28	60.8		

3.2. Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas registradas por INETER (2016), se tomaron de la estación ubicada en el aeropuerto Augusto C. Sandino, con las siguientes coordenadas: 12° 08' 36" altitud norte y 86° 09' 49" longitud oeste y una elevación de 56 msnm.

En la estación se registraron diferentes parámetros climáticos como: Temperatura máxima, mínima y media, precipitaciones, humedad relativa, velocidad y dirección del viento, nubosidad, insolación, radiación solar y evaporación.

El clima se caracteriza por ser de sabana tropical con una prolongada estación seca y temperaturas que oscilan entre los 27.5 °C y 28 °C, la precipitación media anual varía entre los 1,000 y 1,500 mm, a excepción del municipio de El Crucero que tiene una variación de temperatura promedio de 22 °C y 28 °C siendo éste, uno de los pocos lugares de la costa del pacífico en poseer estas temperaturas (MAGFOR, 2011).

La velocidad del viento oscila de 2.5 a 5.6 m s⁻¹, con una humedad relativa promedio de 69.2 % para el período de enero a junio del año 2016. Las mayores precipitaciones se presentaron en los meses de mayo y junio, las temperaturas para este mismo período oscilan de 24.0 °C a 34.8 °C (Figura 2).

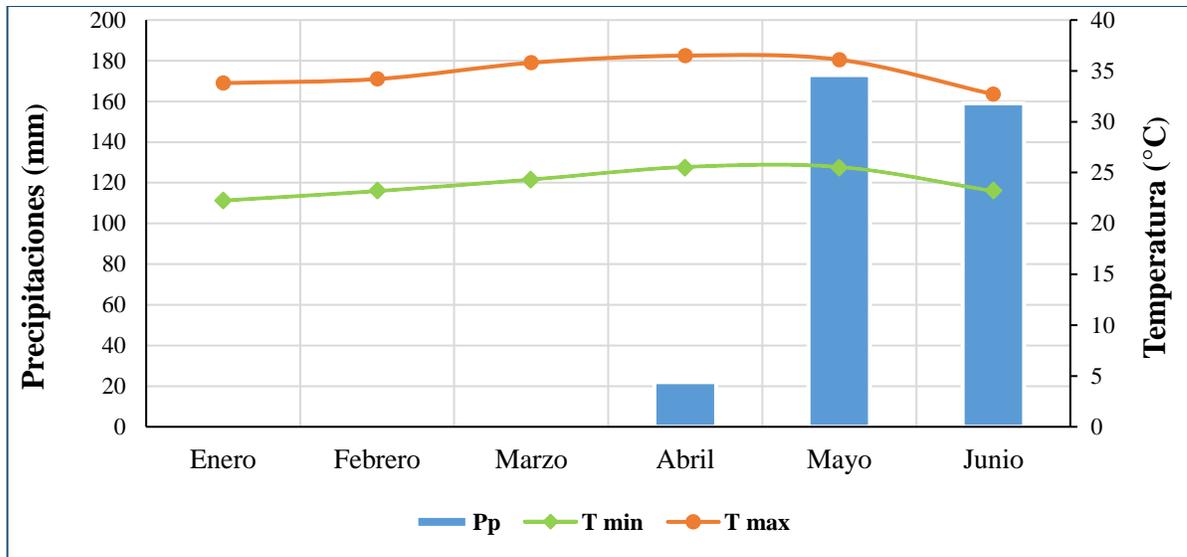


Figura 2 Rango de precipitaciones (Pp), temperaturas máximas (T max) y mínimas (T min) de enero a junio del 2016 (INETER, 2016).

3.3. Establecimiento del ensayo

El ensayo se estableció en el mes de febrero, iniciando con el establecimiento del semillero usando bandejas de polietileno, para posteriormente hacer la preparación del terreno, dentro de esto se realizó un muestreo de suelo para determinar las características físicas, densidad aparente (Da) y densidad real (Dr), capacidad de campo (Cc) y punto de marchites permanente (PMP).

3.4. Manejo agronómico del ensayo

3.4.1. Establecimiento de semillero

Se realizó en bandejas de polietileno de 125 orificios, usando tierra recolectada del área experimental, dando protección a las plántulas durante 25 días aproximadamente bajo un invernadero, es importante mencionar que en esta etapa se le realizó un manejo agronómico a las plántulas, realizando 2 aplicaciones de enraizador (foliar mix) a los 12 y 20 días después de la germinación (ddg) y una aplicación de insecticida (cypermetrina) para el control de plagas. Posteriormente se trasladaron al terreno una vez que alcanzaron 15 cm de altura.

3.4.2. Preparación del suelo

La preparación del suelo se realizó de forma tradicional (limpieza, ahoyado y surcado manual), se aplicó un encalado a una dosis de 1 liba por m² para que el calcio estuviera disponible en el suelo para la planta.

Se aplicó riego un día antes previo a la siembra elevando la humedad a capacidad de campo para evitar el estrés de la planta al momento de la siembra usando una lámina de riego, así las plantas no sufrieran de estrés al momento de ser removidas de las bandejas.

3.4.3. Siembra

Las plantas fueron trasladadas al área experimental una vez que alcanzaron la altura recomendada entre 12-15 cm, se estableció una distancia de siembra de 0.80 cm entre plantas y 0.80 cm entre surco, con un total de 225 plantas, y una densidad poblacional de 15,625 plantas por hectárea.

3.4.4. Tutorado

El objetivo del sistema de plantas tutoradas, es prevenir el contacto entre fruto y suelo, facilitar un mejor control sanitario y obtener una producción continua. El sistema de plantas tutoradas es usado en la producción de tomate para el consumo directo, este es más común en cultivares de tipo indeterminado (Castillo, 2001).

La primera actividad de tutorado fue realizada a los 22 días después del trasplante (ddt), poniendo una lienza doble a los 20 cm del suelo usando tutores de diferentes especies de madera, con 200 cm de altura a una profundidad de 50 cm.

3.4.5. Riego

La cantidad de agua aplicada depende de factores como: las condiciones climáticas del lugar (temperatura, humedad relativa, radiación y vientos), tipo de suelo, estado de desarrollo del cultivo y pendiente del terreno. La mayor necesidad hídrica por parte del cultivo ocurrió cuando se realizó el trasplante y al estar en período de floración, continuando hasta el llenado de los últimos racimos. Una planta de tomate consume

diariamente de 1 a 1,5 litros de agua diarios, dependiendo de la cultivar y del estado de desarrollo de la planta (Castillo, 2001).

El tipo de riego utilizado en el área experimental fue micro aspersión, ya que este presenta mayor uniformidad en la aplicación del agua comparado con el riego por goteo. La lamina de riego aplicada fue de 2.5 mm, siendo esta un volumen de 25 m³/ha. Esta lámina fue aplicada con una frecuencia diaria por las tardes para reducir las pérdidas por evaporación garantizando un mayor aprovechamiento de la planta.

El sistema de riego fue instalado tomando como fuente de abastecimiento la red de agua provenientes de los pozos que pertenecen a la Universidad Nacional Agraria, estableciendo una línea principal y dos líneas laterales, en cada una de ellas dos emisores marca senninger que trabajan con una presión de operación de 15 a 25 PSI, y diámetro húmedo de 10 m.

3.4.6. Fertilización

Los requerimientos dependen de la fertilidad del suelo, el contenido de materia orgánica y la producción esperada del cultivo. Las aplicaciones estarán sujetas al resultado del análisis de suelo (INTA, 2004).

El tomate es una planta exigente en nutrientes requiere una alta disponibilidad de fosforo y potasio. Aunque las exigencias de nitrógeno son altas, un exceso de este elemento puede llevar a un exagerado desarrollo vegetativo con bajo porcentaje de formación de frutos (INTA, 2004).

Según el INTA (2004), la fertilización en tomate debe de llevar una relación N – P – K (1 - 2 – 1 ó 1 – 3 – 1), esto con el fin de evitar las deficiencias de fosforo. El tipo de fertilización suministrada en el ensayo fue la aplicación de tres dosis de 12 – 30 – 10 (67 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ y 113 kg ha⁻¹) recomendada por el INTA, aplicándolas en un intervalo de 15 días.

3.5. Descripción de los tratamientos

En el ensayo se evaluaron tres genotipos de tomates híbridos identificados como F1 (F1 IT 105, F1 Savana y F1 Kiara) de origen USA y francés, distribuidos por la empresa Agrinova ®, con tres dosis de fertilización completa (67 kg ha⁻¹, 90 kg ha⁻¹ y 113 kg ha⁻¹) usando como formulación 12 – 30 – 10, aplicado de manera directa al suelo con una frecuencia de 15 días.

Las dimensiones de la parcela fue de 12 x 12 m dividiéndose en 3 franjas de 4 m x 12 m, estas se sub dividieron en bloques pequeños de 4 m x 4m (5 surcos en cada bloque), los tratamientos fueron distribuidos de acuerdo al arreglo experimental en franjas divididas.

La distancia entre planta y surco fueron de 0.80 m teniendo un total de 225 plantas en toda el área del experimento, la parcela útil estaba conformada por tres surcos centrales y dos ubicados a los bordes, con dos factores en estudio, nueve tratamientos en total.

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos

Lámina de agua	Tiempo de riego	FACTOR A: genotipos de tomate	FACTOR B: dosis de fertilización
2.5 mm	1 hora y 23 minutos	a ₁ F1 IT 105	b ₁ 113 kg ha ⁻¹
		a ₂ F1 SAVANA	b ₂ 90 kg ha ⁻¹
		a ₃ F1 KIARA	b ₃ 67 kg ha ⁻¹

3.6. Parámetros hidrofísicos del suelo

3.6.1. Curva de infiltración del agua a través del suelo

La infiltración es una propiedad física muy importante en relación con el manejo del agua de riego en los suelos. La cantidad de agua que se infiltra en un suelo en una unidad de tiempo, bajo condiciones de campo, es máxima al comenzar la aplicación del agua en el suelo y disminuye conforme aumenta la cantidad que ya ha entrado en él (Cisneros, 2003).

La determinación de la infiltración puede efectuarse de varios métodos en el campo o siguiendo algunos métodos en laboratorio sobre muestras alteradas y/o inalteradas. El método en campo utilizado fue el infiltrómetro de doble cilindro.

Existen investigadores que han trabajado en la determinación de la velocidad de infiltración, se les conoce por sus ecuaciones tales como Horton, Philip, entre otros. En el estudio fue realizada con la ecuación de Kostiakov-Lewis, estos desarrollaron un modelo empírico para conocer la velocidad de infiltración en un punto (Cisneros, 2003).

La fórmula de la velocidad de infiltración se expresa de la siguiente manera:

$$I = kt^n \text{ Donde;}$$

I= Velocidad de infiltración (cm/hr o cm/min)

t= tiempo (min)

K= parámetro que representa la velocidad de infiltración durante el intervalo inicial (cuando t=1).

n= parámetro que indica la forma en que la velocidad de infiltración se redujo con el tiempo (-1.0<n<0).

3.6.2. Capacidad de campo (Cc)

Según Marrero, (2006), un suelo se encuentra en capacidad de campo (Cc) cuando experimenta un equilibrio temporal entre el potencial mátrico (Ψ_m) y el potencial gravitatorio (Ψ_g). También define la capacidad de campo como el estado o nivel de humedad que alcanza un suelo saturado cuando ha cesado el drenaje interno del mismo. Este dato puede ser muy variable incluso en el mismo suelo a lo largo del tiempo. Esta variable fue determinada mediante los muestreos de suelo antes y después del riego, cuando estaba instalado el sistema de riego para observar si mostraban diferencias y así determinarse a nivel de laboratorio.

3.7. Propiedades físicas del suelo

3.7.1. Densidad real (Dr) y densidad aparente (Da)

La densidad real expresa el peso del suelo y está referido a la densidad de las partículas sólidas que lo componen, y es simplemente el peso de la parte sólida, entre el volumen que esta ocupa; el resultado se obtiene en gramos por centímetros cúbicos.

La fórmula que se utilizó para calcular la densidad real es la siguiente:

$$Dr = \frac{G}{Vs}$$

Dónde:

Dr: Densidad real

G: Es el peso de la parte sólida.

Vs: Volumen ocupado por el sólido.

La densidad aparente es la relación existente entre el peso de una porción de suelo y su volumen, incluyendo en este el ocupado por los poros.

$$Da = \frac{G}{Vt}$$

Dónde:

Da: Densidad Aparente

G: Es el peso de la parte sólida.

Vt: Es el volumen total ocupado por el suelo

Se determinó mediante un muestreo de suelo en el campo y posteriormente se analizó en el Laboratorio de Suelo (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria.

3.8. Parámetros de diseño agronómico de riego

3.8.1. Lámina de riego

La medición del contenido de agua del suelo tiene fundamental importancia para el riego, con el fin de establecer la frecuencia de riego (cuando regar) y la lámina a reponer en el suelo durante el riego (cuanto regar), estos aspectos están de dependencia de la capacidad de almacenamiento del agua y del peso específico aparente del suelo, así como de la profundidad de raíces o zona de absorción. La cantidad de agua aplicada se expresa en términos de carga o lámina, cuyas unidades son de longitud (cm o mm) (Valverde, 2000).

La fórmula para la determinación de la lámina de agua es la siguiente:

$$La = \frac{Cc - PMP}{10} * Da * Pr$$

Donde:

La: Lámina de agua en (mm).

Cc: Contenido de humedad del suelo a capacidad de campo (% de masa).

PMP: Contenido de humedad del suelo a punto de marchitez (% de masa)

Da: Densidad aparente del suelo (gr/cm³).

Pr: Profundidad de raíces del cultivo (cm).

3.8.2. Coeficiente de cultivo (Kc)

Durante el período de crecimiento, la variación del coeficiente del cultivo (Kc) expresa los cambios en la vegetación y en el grado de cobertura del suelo. Esta variación del Kc a lo largo del crecimiento del cultivo está representada por una curva, Para describir y construirla se necesitan solamente tres valores de Kc, los correspondientes a la etapa inicial (Kc ini), la etapa media de cultivo (Kc med) y la etapa final (Kc fin) (FAO, 2006).

En el ensayo se determinó este coeficiente a través de un análisis utilizando el programa CROPWAT 8.0, y los datos meteorológicos proporcionados por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2016).

3.8.3. Coeficiente de rendimiento (Ky)

El rendimiento de un cultivo está estrechamente ligado al agua que este evapotranspira. Conocer la relación agua-rendimiento (Ky) es de gran importancia para planificar el riego y para proyectar el rendimiento de los cultivos (Doorenbos y Kassam. 1980; citados por Torrez, 2011).

Este cálculo se realizó al final de la cosecha por medio de la fórmula:

$$\left(1 - \frac{yr}{ym}\right) = Ky \left(1 - \frac{Evptr}{Evtpm}\right) \text{ Despejando } Ky \text{ tenemos:}$$

$$Ky = \frac{\left(1 - \frac{yr}{ym}\right)}{\left(1 - \frac{Evptr}{Evtpm}\right)} \text{ Donde:}$$

Yr: Rendimiento real de la cosecha.

Ym: Rendimiento máximo.

Evtpm: Evapotranspiración máxima.

Evtpr: Evapotranspiración real.

3.8.4. Coeficiente de uniformidad (CU)

El coeficiente de uniformidad de distribución del agua en la superficie del suelo está afectado por factores como las relaciones en tamaño de boquilla-presión, por el espaciamiento entre aspersores y por las condiciones del viento durante la aplicación del agua. Otro aspecto muy relevante en la uniformidad, es la duración del riego, que al incrementarse favorece la uniformidad, ya que se compensan los efectos de distorsión del viento al cambiar la dirección del mismo durante el tiempo de riego (Fuentes, 2003).

Expresada en la ecuación:

$$Cu = 1 - \frac{\sum |dl|}{M * n}$$

Cu= Coeficiente de uniformidad.

M= Precipitación media en los puntos de control.

n= Número de puntos de control.

$\sum |dl|$ = Suma de las desviaciones (en valor absoluto) en los puntos de control, con respecto a M.

Para poder determinar el coeficiente de uniformidad del riego, se hizo una prueba colocando sobre toda el área experimental pluviómetros para saber cuánto era la cantidad de agua que humedecía la superficie en un tiempo determinado, la prueba se realizó en 30 minutos, repitiendo esto tres veces para tener mejor precisión en los datos, posteriormente fue calculado el análisis en hojas de Excel aplicando la formula anteriormente expresada.

3.9. Variables de crecimiento

Altura de plantas (cm)

Esta variable se tomó en centímetros (cm), con una cinta métrica realizando las mediciones desde el nivel del suelo hasta el punto más alto de la planta. Se hicieron tres tomas de datos a los 50, 63 y 83 días después de la germinación (ddg).

Diámetro de plantas (cm)

Esta variable fue medida en centímetros (cm), haciendo uso de un vernier realizando las mediciones en la parte media de la planta. Se hicieron tres tomas de datos a los 50, 63 y 83 días después de la germinación (ddg).

Número de ramas por planta

Esta variable se determinó de manera manual, realizando un conteo del número de ramas por planta a las 15 plantas en estudio de cada uno de los tratamientos.

3.10. Variables de fruto

Para la medición de estas variables de frutos y rendimiento se utilizó, balanza, beaker, vernier y bolsas.

Número de frutos por planta

Una vez que los frutos estaban formados se procedió al conteo manual del número de frutos por planta. Para esta variable se realizaron 2 tomas de datos a las 15 plantas seleccionadas de la parcela útil.

Número de racimos por planta

Para esta variable se contabilizó el número de racimos por planta, se realizaron 2 toma de datos de manera manual a las 15 plantas en estudio de cada uno de los tratamientos. Esta toma de datos se llevó a cabo una vez que los frutos estaban formados.

Semillas por fruto

Se realizó tomando un total de 5 frutos por tratamiento y posteriormente al conteo del número de semillas por fruto.

Número de lóculos

Esta variable se realizó tomando un total de 5 frutos por tratamiento. Se procedió a cortar el fruto a la mitad para su posterior lectura del número de lóculo por fruto.

Diámetro de lóculos

Una vez realizado el conteo del número de lóculos a los 5 frutos por tratamiento, se procedió a medir el diámetro del lóculo de los frutos en estudio utilizando un vernier. Esta variable se midió en centímetros (cm).

Pericarpio de tomate

De manera continua una vez realizado la medición del diámetro del lóculo a los 5 frutos por cada tratamiento, se procedió a medir el grosor del pericarpio de tomate haciendo uso del vernier. Esta variable se midió en centímetros (cm).

Diámetro polar y ecuatorial

El diámetro polar (largo) y diámetro ecuatorial (Ancho) de los tomates cosechados por planta de cada uno de los tratamientos fue medido en cm utilizando el vernier.

Volumen de fruto

El volumen del fruto fue determinado mediante un Baker de 1000 ml, con un volumen de agua de 300 ml, donde sumergiremos los frutos de la parcela útil y posterior lectura del agua desplazada en cm^3 .

Grados Brix

Los grados brix determinaron el total de sacarosa o sal disuelta en un líquido, procedimos a extraer jugo de los frutos cosechados de las 15 plantas por tratamiento, ubicando el jugo en el prisma del refractómetro y se observó el nivel de los grados brix.

3.11. Análisis económico

Para el análisis económico de la investigación, se utilizó la metodología empleada por CIMMYT (1988), Este método es usado para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. Nuestro presupuesto parcial está estructurado por:

Rendimiento medio (kg ha⁻¹): Es el promedio de los rendimientos en kg ha⁻¹ para cada uno de los tratamientos.

Rendimiento ajustado (kg ha⁻¹): El rendimiento ajustado de cada tratamiento es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento (CIMMYT, 1988).

Costos variables: Es el total de los costos que varían para cada tratamiento.

Beneficio bruto: El beneficio bruto de campo de cada tratamiento se calcula multiplicando el precio de campo por el rendimiento ajustado.

Beneficios netos: Estos se calculan restando el total de los costos que varían de los beneficios brutos de campo.

Relación beneficio – costo: Es la relación de los beneficios netos entre los costos que varían del tratamiento alternativo y el testigo.

3.12. Análisis de la información

Los valores después que se realizó la toma de datos en campo de las variables evaluadas, fueron archivados en hojas de Excel, para su posterior análisis en SAS v. 9.2 (Statistical Analysis System). Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) sobre los rendimientos totales, establecido en el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_k + \tau_i + (\beta\tau)_{ik} + \theta_j + (\beta\theta)_{jk} + (\tau\theta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

- i = 1,2 y 3 Diferentes cultivares de tomate.
- j = 1, 2 y 3 Diferentes dosis de fertilización.
- k = Son las repeticiones.
- Y_{ijk} = Es la K-esima observación del i-esimo tratamiento.
- μ = Es la media poblacional a estimar a partir de los datos experimentales.
- β_k = Efecto de la i-esima repetición. .
- τ_i = Efecto debido al i-esima cultivar de tomate establecida, estimar a partir de los datos del experimento.
- $(\beta\tau)_{ik}$ = Efecto de la interacción entre las cultivares y las repeticiones de fertilización a partir de los datos obtenidos del experimento.
- $(\beta\theta)_{kj}$ = Efecto de las diferentes dosis de fertilización.
- ε_{ijk} = Efecto aleatorio de variación de los cultivares y las dosis de fertilización, a partir de los datos obtenidos en el experimento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros hidrofísicos del suelo

4.1.1. Curva de infiltración del agua en el suelo

De acuerdo con los resultados de la prueba de infiltración por el método en campo de doble cilindro y el método de regresión lineal simple de Kostiakov – Lewis, se encontró en el área experimental una velocidad de infiltración de 342.61 mm h⁻¹ (figura 3). Fuentes (2003) indica que la velocidad de infiltración es rápida con valores mayores de 30 mm h⁻¹ esto nos indica que este tipo de suelo puede soportar una intensidad de lluvia no mayor de 342.61 mm h⁻¹ sin saturarse, debido a que la clase textural franco arenoso se caracteriza por proporcionarle una buena aireación para el desarrollo de las raíces y poseer poco poder retentivo de humedad (Fuentes, 1994).

Según Ortiz y Ortiz (1980); citado por Cisneros (2003), menciona que los factores determinantes de la magnitud del movimiento del agua por infiltración son: textura, estructura, profundidad, cantidad de agua en el suelo, temperatura en el suelo y cantidad de organismos vivos.

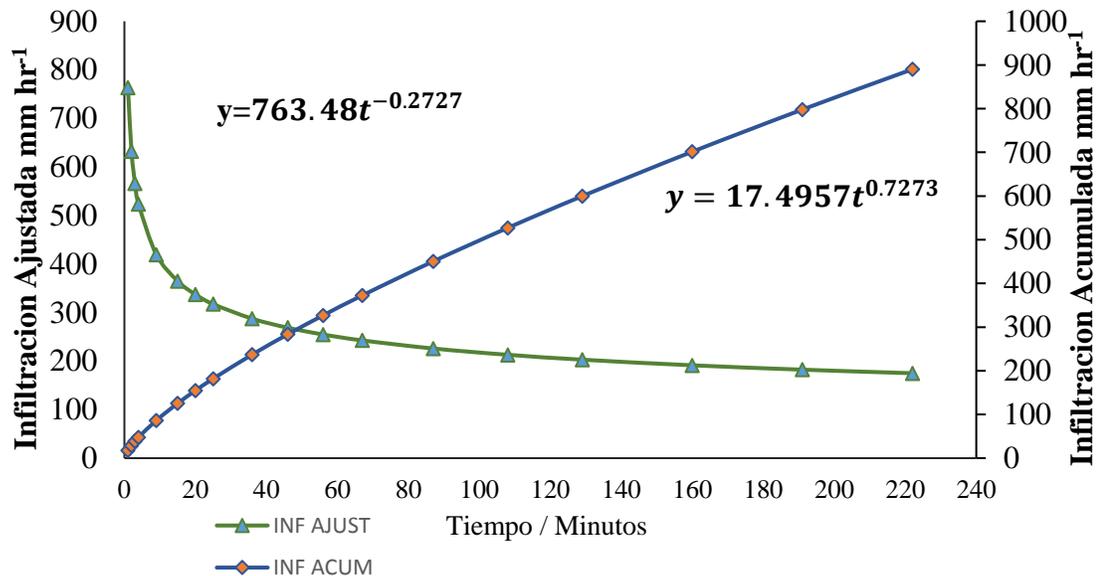


Figura 3. Curva de infiltración ajustada e infiltración acumulada del agua en el suelo, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

4.1.2. Capacidad de campo

Los resultados del análisis físico del suelo en el área experimental muestran que la capacidad de campo (Cc) es de 28.96 %, lo que nos indica que la capacidad de retención de agua del suelo es moderadamente alta. La capacidad de campo de los suelos francos arenosos oscila entre 7.5 y 20.5 %, esto significa que el suelo presenta una buena retención de humedad (Blair, 1996; citado por Duarte, 2015).

4.2. Parámetros de diseño agronómico de riego

4.2.1. Coeficiente del cultivo “Kc”

El coeficiente de cultivo es un coeficiente que depende de las características de la planta y expresa la variación de su capacidad para extraer el agua del suelo durante su período vegetativo, se toman como consideraciones relevantes las condiciones climatológicas generales, como el viento y la humedad relativa (Fuentes, 2003).

Durante el periodo de crecimiento, la variación del Kc expresa los cambios en la vegetación y el grado de cobertura del suelo. Esta variación a lo largo del crecimiento del cultivo está representada por la curva del coeficiente de cultivo. Para construirla y describirla se necesitan solamente tres valores correspondientes a las etapas de crecimiento del cultivo (FAO, 2006).

Los valores de los coeficientes de cultivo fueron obtenidos mediante un análisis de datos utilizando el programa CROPWAT 8.0, calculados por decena. Utilizando datos de precipitación, evaporación efectiva y transpiración. En la curva se presentan los valores más altos para el mes de mayo y las dos primeras decenas del mes de junio con valores de 1.14 a 1.15, considerándose la etapa media del cultivo en donde se produce la mayor demanda de agua debido a la formación y llenado de frutos. Además en esta etapa hay mayor cantidad de nutrientes necesarios para la formación de los frutos.

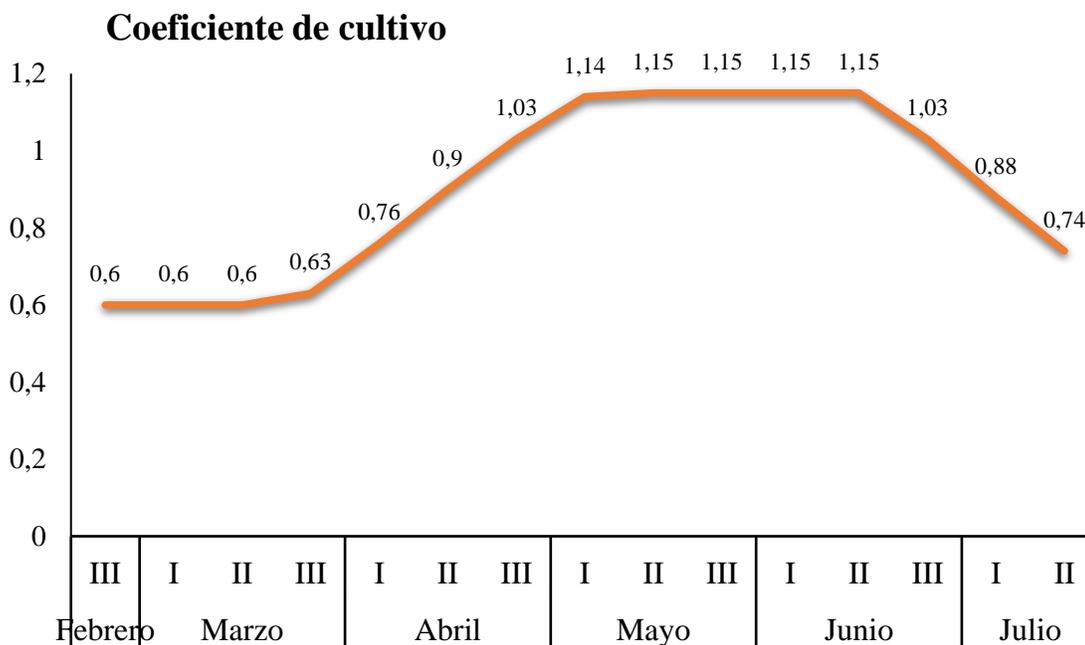


Figura 4. Etapas de desarrollo y coeficientes de cultivo encontrados por medio de datos meteorológicos, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

4.2.2. Coeficiente de rendimiento “Ky”

El rendimiento de los cultivos es una función que depende de una serie de factores entre ellos: cultivares, fertilización, control de plagas, riego, drenaje, entre otros, siendo el agua uno de los más limitantes y su control es fundamental para el éxito en la producción agrícola.

El K_y es un factor de rendimiento que expresa el efecto del suministro de agua sobre el rendimiento de los cultivos y se determina mediante la relación entre los rendimientos relativos $\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right)$ y la evapotranspiración relativa $\left(1 - \frac{E_{VTP_r}}{E_{VTP_m}}\right)$ (Doorenbos y Kassam, 1980; citados por Torrez, 2011).

Mediante los datos calculados utilizando la fórmula de Doorenbos y Kassam se encontró que el tratamiento con menor pérdida de agua en el rendimiento del cultivo fue a2b1 con un valor de 0.85, el tratamiento a3b3 presento las mayores pérdidas con un valor de 2.19, esto en relación a los rendimientos (kg ha^{-1}) y el uso del agua en el cultivo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Coeficientes de rendimiento para cada uno de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Ky
a1b1	1.79
a2b1	0.85
a3b1	1.46
a1b2	2.12
a2b2	1.53
a3b2	1.36
a1b3	2.02
a2b3	2.08
a3b3	2.19

4.2.3. Coeficiente de uniformidad (Cu)

El coeficiente de uniformidad es una medida de la uniformidad en la distribución del agua, como un indicador del estado de obstrucción y envejecimiento de la instalación, determinado por factores económicos. Un Cu elevado exige mayor costo inicial de instalación, mientras un Cu bajo trae como consecuencia un mayor consumo de agua (Fuentes, 2003).

Mediante el método empleado por Christiansen se encontró que la uniformidad del reparto de agua del sistema de riego implementado fue de 85% ($Cu=85\%$). Fuentes (2003), indica que los valores de coeficiente de uniformidad con rangos de 0.85 - 0.88 son para cultivos de alta rentabilidad, especialmente con sistema radical superficial (Anexo 6).

4.3. Propiedades físicas del suelo

4.3.1. Densidad real (Dr) y Densidad aparente (Da)

De acuerdo a los resultados de muestras analizadas en el laboratorio de suelo y agua (LABSA) la densidad aparente es de 0.91 g.cm^{-3} y densidad real de 2.36 g.cm^{-3} . La densidad aparente varía desde 0.1 g.cm^{-3} en suelos orgánicos y puede alcanzar valores hasta 1.8 g.cm^{-3} en suelos arenosos y 2.0 g.cm^{-3} en suelos compactados. La densidad de las partículas, tiene promedio general o normal en los suelos una densidad real de 2.65 g.cm^{-3} , esto indica que las muestras analizadas se encuentran en un nivel moderadamente medio (Núñez, 2000).

4.3.2. Porosidad del suelo (Pr)

El análisis físico del suelo, indicó que el porcentaje de espacio poroso del área experimental es de 61.5 %. Según la FAO (2009), clasifica los espacios porosos en rangos mayores de 40% como muy altas. Lo que indica que persiste un buen flujo de agua en el área.

$$P = \left(1 - \frac{Da}{Dr}\right) * 100\%$$

$$P = 61.5\%$$

4.4. Variables de crecimiento

La mayoría de las variables en desarrollo no mostraron interacción, por lo que los factores son independientes.

Los análisis estadísticos para las variables de crecimiento a un 95 % de confianza refleja que la réplica tuvo efecto significativo en la toma de datos a los 83 ddg para la variable número de ramas por planta. El factor cultivar y la altura de la planta mostró diferencias estadísticas a los 50 y 63 ddg; en lo que refiere a la tercera toma de datos se encontró que las variables estudiadas tuvieron efecto significativo.

En la dosis de fertilización edáfica, todas las variables de crecimiento mostraron significancia estadística, excepto el diámetro del tallo en la segunda toma de datos (Pr=0.0547). En la interacción de ambos factores la primera toma de datos se vio afectada; la altura para la segunda y tercera toma de datos influyen la altura y diámetro del tallo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Análisis de varianza en variables de crecimiento y factores estudiados en genotipos de tomate y dosis de fertilización, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

Variables de crecimiento	Réplica	Cultivar	Dosis	Cult*Dosis	R ²	CV
50 ddg						
Altura	0.2174	0.0141	0.0001	0.0001	0.9321	10.10040
Diámetro	0.2548	0.0547	0.0001	0.0049	0.8885	8.42148
63 ddg						
Altura	0.6331	0.0001	0.0001	0.0044	0.9229	7.83212
Diámetro	0.6847	0.0810	0.0547	0.3553	0.6502	15.22613
83 ddg						
Altura	0.6977	0.0001	0.0003	0.0228	0.9219	7.63075
Diámetro	0.7990	0.0001	0.0013	0.0212	0.8724	7.70314
Ramas por planta	0.0293	0.0001	0.0001	0.1487	0.9225	19.85174

Si $Pr \leq 0.05$ es significativo ($\alpha=0.05$), de lo contrario es no significativo. Cult: Cultivar, R² es el coeficiente de determinación, CV: coeficiente de variación, ddg: días después de la germinación.

4.4.1. Altura de planta

La longitud del tallo está en dependencia del tipo de crecimiento que tenga la planta, ya sea este determinado o indeterminado. La mayoría de los cultivos de tomate para consumo fresco, presentan el tipo de tallo indeterminado, este tipo de tallo mantiene su crecimiento vegetativo de forma interrumpida hasta finalizar su ciclo vegetativo; en cambio los de tipo determinado después que el tallo principal y los hijos han alcanzado cierto desarrollo, las yemas vegetativas se convierten en generativas (Cruz y Alvarenga, 1996).

Mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=0.05$) se demostró que la variable altura presentó diferencias significativas tanto en la segunda y tercera toma de datos, sobresaliendo el cultivar F1 IT 105 con los mayores promedios 138.842 cm y 86.734 cm (Cuadro 5). Superando los promedios encontrados por Cárdenas y Buschting (2004), con 53.55 y 52.03 cm. para el caso de Martínez y Granados (2011), lo cual reportan un promedio de altura máxima de 86.59 cm

Para el factor dosis, las tres tomas de datos presentaron significancia estadística. En la cual la dosis a 90 kg ha⁻¹, para la segunda toma de datos influye con 90.155 cm (Cuadro 5) y tercera toma la dosis mayor a 113 kg ha⁻¹ con 133.377 cm (Cuadro 5).

4.4.2. Diámetro de planta

El diámetro del tallo puede llegar a los 2.5 cm de tal forma que a mayor diámetro incrementa el número de frutos y en consecuencia el rendimiento, a una mayor área de parénquima implica mayor reserva de asimilados que pueden ser utilizados en el fruto en crecimiento, así como una mayor área de xilema posibilita un mayor transporte de agua y nutrientes hacia los órganos reproductivos (Ortega *et al.*, 2010).

El cultivar F1 IT 105 fue la que obtuvo los mayores diámetro en las tres tomas de datos realizadas, alcanzando un promedio de 1.0226 cm (Cuadro 5). Siendo superados por los datos obtenidos de Cárdenas y Buschting (2004), con 1.4 cm. En la dosis de fertilización a 113 kg ha⁻¹ influye para la primera y tercera toma de datos, no es el caso para la segunda toma de datos que los mejores resultados se obtuvieron a 90 kg ha⁻¹.

Estos resultados se debieron a un mejor levantamiento, dirección y firmeza de la planta lo que favoreció positivamente a condiciones adversas como las altas temperaturas y ataque de plagas y enfermedades.

Cuadro 5. Comparación de los valores medios para la altura de la planta (cm) y diámetro del tallo (cm), Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

Factores	Altura (cm)			Diámetro (cm)			
	PT	ST	TT	PT	ST	TT	
Cultivares	F1 IT 105	40.801 a	86.734 a	138.842 a	0.5733 a	0.7840 a	1.0226 a
	F1 Savana	45.445 a	86.333 a	132.377 a	0.5706 a	0.7166 ab	0.9340 b
	F1 Kiara	40.999 a	72.689 b	102.888 b	0.5326 a	0.6880 b	0.8326 c
Dosis	113 kg	46.801 a	86.201 a	133.377 a	0.6086 a	0.7540 ab	0.9853 a
	90 kg	46.801 a	90.155 a	125.909 ab	0.5873 a	0.7666 a	0.9373 ab
	67 kg	33.023 b	69.400 b	114.822 b	0.4806 b	0.6680 b	0.8666 b

*Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$); PT: primera toma, ST: segunda toma, TT: tercera toma

4.4.3. Número de ramas por planta

Para la variable número de ramas por planta, la prueba de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=5\%$), demostró que para el factor cultivar hubo diferencias estadística sobresaliendo el cultivar F1 IT 105 (50.20) y con menor número de ramas el cultivar F1 Kiara (26.40). De

igual manera el factor dosis demostró significancia estadística con los mejores resultados a 113 kg ha⁻¹ (46.53) (Cuadro 6).

Según Pendleton y Hartwing (1973) citado por Andrades y Loaisiga (2015) los altos rendimientos no están relacionados necesariamente al número de ramificación, siendo estas un inconveniente para realizar la cosecha mecanizada provocando pérdidas de cosecha.

Cuadro 6. Comparación de los valores medios para la variable número de ramas por planta, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

Factores	Niveles	Número de ramas por planta.
Cultivares	F1 IT 105	50.200 a
	F1 Savana	40.733 ab
	F1 Kiara	26.400 b
Dosis	113 kg	46.533 a
	90 kg	44.267 a
	67 kg	26.533 b

Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$).

4.5. Variables del fruto

Según el análisis de varianza para las variables de fruto, demostró que la réplica para la tercera toma de datos afectó significativamente las variables. Mientras que el factor cultivar presentó significancia estadística en las variables semillas por planta, número de lóculo, diámetro de lóculo y pericarpio del tomate; las variables, tomates por planta y racimos por planta para la primera y segunda toma, también se vio afectada la cuarta toma de datos del fruto sobresaliendo los grados Brix (°), diámetro ecuatorial y volumen (Cuadro7).

Las dosis de fertilización aplicada mostraron efecto en las variables semillas por planta, diámetro de lóculo, pericarpio del tomate, así como también tomates por planta y racimos por planta para la primera y segunda toma de datos (Cuadro 7); para la interacción Cult*Dosis sobresalen las variables diámetro de lóculo, racimos por planta para la segunda toma de datos.

Cuadro 7. Análisis de varianza en variables de fruto y factores estudiados en genotipos de tomate y dosis de fertilización.

Variables de fruto	Réplica	Cultivar	Dosis	Cult*Dosis	R²	CV
Semillas por planta	0.2250	0.0071	0.0112	0.3999	0.7645	34.2613
Numero de lóculo	0.9910	0.0001	0.8991	0.9616	0.7825	26.4585
Diámetro de lóculo	0.1684	0.0332	0.0172	0.0111	0.7769	13.7852
Pericarpio del tomate	0.1402	0.0574	0.0491	0.0917	0.7737	12.9821
Primera toma						
Brix(°)	0.4026	0.4436	0.2962	0.6022	0.886	58.3155
Diámetro polar	0.3998	0.8111	0.2511	0.9216	0.901	66.7135
Diámetro ecuatorial	0.3682	0.4821	0.3112	0.6587	0.891	62.4399
Volumen	0.3606	0.4914	0.2577	0.5873	0.918	62.1869
Tomate por planta	0.4887	0.0012	0.0006	0.4020	0.8120	45.43568
Racimo por planta	0.6338	0.0002	0.0008	0.1190	0.8345	42.78500
Segunda toma						
Brix(°)	0.9754	0.2274	0.3087	0.1953	0.828	82.7362
Diámetro polar	0.931	0.2989	0.4776	0.205	0.786	100.741
Diámetro ecuatorial	0.9232	0.2299	0.3529	0.1871	0.828	91.8173
Volumen	0.8822	0.2573	0.3068	0.1656	0.843	101.626
Tomate por planta	0.6385	0.0001	0.0002	0.0668	0.8450	33.06667
Racimo por planta	0.1721	0.0001	0.0009	0.0021	0.8629	24.91666
Tercera toma						
Brix(°)	0.0422	0.8319	0.3817	0.6149	0.912	44.0675
Diámetro polar	0.027	0.7188	0.8016	0.7045	0.906	55.0597
Diámetro ecuatorial	0.0254	0.7193	0.9884	0.6363	0.911	45.8239
Volumen	0.0273	0.5549	0.8464	0.8068	0.897	53.1036
Cuarta toma						
Brix(°)	0.3508	0.0216	0.7121	0.4042	0.902	46.1529
Diámetro polar	0.2352	0.5434	0.6278	0.1771	0.897	43.9893
Diámetro ecuatorial	0.271	0.0312	0.7831	0.1218	0.923	40.8864
Volumen	0.093	0.0364	0.529	0.0673	0.917	42.2702

Si $Pr \leq 0.05$ es significativo ($\alpha=0.05$), de lo contrario es no significativo. Cult: Cultivar, R² es el coeficiente de determinación, CV: coeficiente de variación

4.5.1. Número de frutos por planta

El fruto de tomate es una baya, formada por los tabiques del ovario, los lóculos, las semillas y la piel. El número de frutos por planta está determinado por el número de flores que son fecundadas y alcanzan a desarrollarse en fruto, a su vez estará determinada por las características genéticas del cultivo, el manejo agronómico y condiciones ambientales (Olivas y salgado, 2013).

En la variable tomates por planta para la primera y segunda toma de datos se encontró significancia estadística para el factor cultivar, obteniendo una mayor cantidad de frutos el cultivar F1 Kiara (9.533 y 10.4433), siendo la cultivar F1 IT 105 (4.333 y 4.9787) con los índices de frutos más bajos. Siendo superados por los datos reportados por Martínez y Granados (2011), con 31.28 y 23.62 frutos por planta.

Considerando las condiciones de temperatura. Según INETER (2016), la temperatura promedio en el ambiente durante el período de floración y fructificación del cultivo (marzo) oscilaban entre 24.3 y 35.8 °C, lo que afecto directamente la caída de flores y cuajado de frutos. Para el factor dosis, la aplicación más alta a 113 kg ha⁻¹ de 12-30-10 fue la que obtuvo mejores resultados, mientras que la aplicación a 67 kg ha⁻¹ con los resultados más bajos de frutos por planta (Cuadro 8).

4.5.2. Número de racimos por planta

A través de los análisis estadísticos realizados ($\alpha = 5\%$), se demostró que los tratamientos evaluados para la primera y segunda toma de datos, muestran diferencias significativas en el número de racimos por planta, sobresaliendo la cultivar estudiada F1 Savana (9.9560 y 5.3340), superando los resultados encontrados por Cárdenas y Buschting (2004), con 4.38 y 9.25.

Con respecto al factor dosis se mostró que hubo diferencias significativas, resultando la dosis a 113 kg con el mejor resultado para la primera toma de datos; en el caso de la segunda toma, se considera que la aplicación a 90 kg ha⁻¹ tiene mejores resultados (Cuadro 8).

Cuadro 8. Comparación de los valores medios para la variable tomates por planta y racimos por planta respectivamente, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

Factores	Niveles	Tomates por planta		Racimos por planta	
		PT	ST	PT	ST
Cultivares	F1 IT 105	4.333 b	4.9787 b	2.0667 b	6.0653 b
	F1 Savana	9.333 a	10.1120 a	5.3340 a	9.9560 a
	F1 Kiara	9.533 a	10.4433 a	4.7100 a	6.6660 b
Dosis	113 kg	11.3347 a	11.6000 a	5.6893 a	7.7113 b
	90 kg	6.4447 b	8.0453 b	3.6893 b	9.1107 a
	67 kg	5.4207 b	5.8887 c	2.7320 b	5.8653 c

Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$); PT: primera toma, ST: segunda toma

4.5.3. Semillas por fruto

En el número de semillas por fruto se encontró significancia estadística, agrupándolas en tres categorías. Con 56.467 semillas para el cultivar F1 Kiara superando a las demás cultivares F1 Savana (43.733) y F1 IT 105 (35.667) como se muestra en el Cuadro 9. También mostro significancia estadística en cuanto a la dosis de fertilización, alcanzando mejor resultado a 113 kg ha⁻¹.

La cantidad de semillas por fruto difieren de acuerdo al cultivar en estudio.

4.5.4. Número de lóculos

Los lóculos como el número de semillas y el grosor de la piel, son tomados como índices en la caracterización de cultivares. Los lóculos son el compartimiento que contiene las semillas y estos permiten determinar la consistencia de los frutos, a mayor número de lóculos en el fruto de tomate mayor será su consistencia (Olivas y Salgado, 2013).

En el Cuadro 9 se puede apreciar que la variable número de lóculos el cultivar F1 IT 105 obtuvo los mejores resultados con 4.800. Mientras que en el factor dosis no se encontraron diferencias significativas.

4.5.5. Diámetro de lóculos

A través de los análisis estadísticos Tukey ($\alpha = 5\%$), se encontró que las cultivares F1 IT 105 (0.6267) y F1 Kiara (0.6333) obtuvieron los diámetros más bajos. Mientras que en el factor dosis los mejores promedios se dan a la aplicación de fertilización edáfica a 90 kg ha⁻¹

4.5.6. Pericarpio de tomate

Según la prueba de rangos múltiples de Tukey realizada ($\alpha = 5\%$), demostró que no se encontraron diferencia estadística para esta variable, agrupando en una sola categoría los factores cultivares y dosis

Cuadro 9. Comparación de los valores medios para las variables de cantidad de semillas, número de lóculos, diámetro del lóculo (cm) y pericarpio del tomate (cm). Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

Factores	Niveles	Cantidad de semillas	Número de lóculos	Diámetro de lóculos (cm)	Pericarpio de tomate (cm)
Cultivares	F1 IT-105	35.667 b	4.800 a	0.6267 b	0.5733 a
	F1 Savana	43.733 ab	2.867 b	0.71333 a	0.6333 a
	F1 Kiara	56.467 a	2.6667 b	0.6333 b	0.5667 a
Dosis	113 kg	52.733 a	3.400 a	0.6667 ab	0.5800 a
	90 kg	49.000 ab	3.400 a	0.7067 a	0.6333 a
	67 kg	34.133 b	3.533 a	0.6000 b	0.5600 a

Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$);

4.5.7. Primera cosecha

A través de los datos analizados, El factor cultivar demostró que los tratamientos no presentaron significancia estadística en referencia a las variables estudiadas del fruto, agrupándolas en una sola categoría. En las dosis de fertilización se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo los mejores resultados la aplicación a 90 kg ha⁻¹, Brix °= 6.34, diámetro polar= 15.102 cm, diámetro ecuatorial= 9.566 cm y volumen= 160.33 cm³) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparación de los valores medios para la variable de fruto, efectuados en la primera cosecha, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

Factores	Niveles	Primera cosecha			Volumen (cc)
		Brix (°)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	
Cultivares	F1 IT 105	5.4150 a	11.473 a	7.073 a	112.09 a
	F1 Savana	5.4189 a	9.743 a	7.816 a	139.59 a
	F1 Kiara	5.9391 a	11.113 a	7.685 a	108.88 a
Dosis	113 kg	5.8042 a	8.918 b	7.164 a	110.67 b
	90 kg	6.3456 a	15.102 a	9.566 a	160.33 a
	67 kg	3.00 b	4.293 b	3.703 b	43.78 c

Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$);

4.5.8. Segunda cosecha

En el Cuadro 11 los valores analizados mostraron diferencias significativas, obteniendo los mejores promedios el genotipo F1 Savana brix °= 9.425, diámetro polar= 16.715 mm, diámetro ecuatorial= 13.652 mm y volumen= 209.49 cm³). De igual manera el factor dosis se vio afectado, siendo la dosis a 113 kg la más alta en cuanto a resultados obtenidos brix °= 8.411, diámetro polar= 14.708 mm, diámetro ecuatorial= 11.694 mm y volumen= 175.72 cm³) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Comparación de los valores medios para la variable de fruto, efectuados en la segunda cosecha, realizados en Managua, Nicaragua, 2016.

Factores	Niveles	Segunda cosecha			Volumen (cc)
		Brix (°)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	
Cultivares	F1 IT-105	2.443 b	3.633 b	3.853 b	67.78 b
	F1 Savana	9.425 a	16.715 a	13.652 a	209.49 a
	F1 Kiara	5.715 ab	10.879 ab	7.044 ab	86.79 ab
Dosis	113 kg	8.411 a	14.708 a	11.694 a	175.72 a
	90 kg	6.801 a	13.086 a	9.179 a	122.00 a
	67 kg	2.734 b	5.00 b	3.308 b	43.67 b

Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$); cm³= centímetros cúbicos

4.5.9. Tercera cosecha

La variable diámetro polar presentó diferencias significativas en sus tratamientos con rangos de 8.175 a 3.443 cm. Superando los resultados encontrados por Olivas y Salgado, (2013) con 6.36 a 3.81 cm. Mientras que en el factor dosis, los resultados obtenidos no demostraron diferencia alguna en las variables estudiadas (Cuadro 12).

Cuadro 12. Comparación de los valores medios para la variable de fruto, efectuados en la tercera cosecha, realizados en Managua, Nicaragua, 2016.

Factores	Niveles	Tercera cosecha			
		Brix (°)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Volumen (cc)
Cultivares	F1 IT 105	3.408 a	3.443 b	3.503 a	46.30 a
	F1 Savana	4.856 a	6.666 a	5.572 a	69.17 a
	F1 Kiara	5.385 a	8.175 a	5.312 a	64.41 a
Dosis	113 kg	5.778 a	7.164 a	5.823 a	69.00 a
	90 kg	2.727 a	5.006 a	3.517 a	45.82 a
	67 kg	5.370 a	7.154 a	5.582 a	73.70 a

Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$), cm^3 =centímetros cúbicos

4.5.10. Cuarta cosecha

De acuerdo al análisis de rangos múltiples de Tukey ($\alpha=5\%$), demostró que los factores no presentaron diferencias significativas en sus tratamientos con respecto a las variables estudiadas; teniendo los mejores promedios la cultivar F1 IT-105 (brix $^{\circ}$ = 13.289, diámetro polar= 11.528 mm, diámetro ecuatorial= 11.655 mm y volumen= 127 cm^3) y la aplicación más alta de fertilización edáfica a 113 kg ha^{-1} brix ($^{\circ}$) = 11.025, diámetro polar= 11.502 mm, diámetro ecuatorial= 9.884mm y volumen=97.98 cm^3 (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparación de los valores medios para la variable de fruto, efectuados en la cuarta cosecha, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

Factores	Niveles	Cuarta cosecha			
		Brix (°)	Diámetro polar (cm)	Diámetro ecuatorial (cm)	Volumen (cc)
Cultivares	F1 IT-105	13.289 a	11.528 a	11.655 a	127 a
	F1 Savana	7.833 a	9.525 a	7.813 a	89.45 a
	F1 Kiara	6.454 a	8.358 a	5.873 a	53.33 a
Dosis	113 kg	11.025 a	11.502 a	9.884 a	97.98 a
	90 kg	8.939 a	9.742 a	8.479 a	97.42 a
	67 kg	8.762 a	8.748 a	7.959 a	83.93 a

Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$); cm^3 = centímetros cúbicos.

4.6. Rendimiento por cosecha y rendimiento total en kg ha^{-1}

Como se aprecia en el Cuadro 14, la réplica afectó significativamente la primera cosecha en los rendimientos kg ha^{-1} . En el factor cultivar todas las variables en estudio presentaron significancia estadística, excepto en la cuarta cosecha ($\text{Pr}=0.131$). Las dosis de fertilización aplicada que mostraron efecto significativo sobresalen las variables la primera, segunda, tercera y cosecha total. Para la interacción Cult*Dosis sobresale la tercera cosecha en los rendimientos en kg ha^{-1} .

Cuadro 14. Análisis de varianza en la variable de rendimiento en kg. ha^{-1} y factores estudiados en genotipos de tomate y dosis de fertilización.

Rendimiento kg/ha	Réplica	Cultivar	Dosis	Cult*Dosis	R^2	CV
Primera cosecha	0.0006	0.0178	0.0004	0.1044	0.863	73.053
Segunda cosecha	0.811	0.0029	0.0061	0.0837	0.772	109.959
Tercera cosecha	0.5854	0.0013	0.0016	0.0047	0.825	96.617
Cuarta cosecha	0.7012	0.131	0.113	0.4803	0.630	85.890
Quinta cosecha	0.6578	0.0027	0.8094	0.4374	0.776	68.749
Cosecha total	0.2115	0.0099	0.0003	0.0306	0.827	49.669

Si $\text{Pr} \leq 0.05$ es significativo ($\alpha=0.05$), de lo contrario es no significativo. Cult: Cultivar, R^2 es el coeficiente de determinación, CV: coeficiente de variación.

El rendimiento es la variable principal en cualquier cultivo, determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio, unido al potencial genético del cultivar; por lo tanto, es el resultado de un sin número de factores biológicos, ambientales y de manejo que se le da al cultivo, los cuales se relacionan entre sí para expresarse en kg ha^{-1} (Cardenas y Buschting, 2004).

Se demostró que para la primera y segunda cosecha el genotipo F1 Kiara alcanzó promedios de 1,451.1 y 1,406 kg. ha^{-1} teniendo mejores resultados los niveles más altos de fertilización (113 kg ha^{-1} y 90 kg ha^{-1}) en comparación a los demás genotipos F1 Savana (1,443.4 y 830.3 kg. ha^{-1}) y F1 IT 105 (581 y 106.7). En la tercera y cuarta cosecha sobresale el genotipo F1 Savana con 2,686.2 y 1,127.1 ambos con los mejores niveles a una aplicación de 113 kg ha^{-1} .

Los rendimientos totales mostraron significancia estadística, agrupándola en dos categorías, con los mejores promedios para el tratamiento F1 Savana (7223.6 kg ha^{-1}) seguido del F1 Kiara (5901.3 kg ha^{-1}). Para las dosis de fertilización los resultados más altos se dan para el tratamiento 113 kg ha^{-1} con 8,096 kg ha^{-1} (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación de los valores medios para los rendimientos en kg ha^{-1} efectuados por cosecha. Evaluados en Managua, Nicaragua, 2016.

Factores	Niveles	Rendimiento (kg ha^{-1})					
		PC	SC	TC	CC	QC	
Cultivares	F1 Savana	1443.4 a	830.3 b	2686.2 a	1127.1 a	1136.5 ab	7223.6 a
	F1 Kiara	1451.1 a	1406 a	1393.5 b	905.7 ab	745.1 b	5901.3 a
	F1 IT-105	581 b	106.7 c	330.2 c	551.1 b	2103.3 a	3672.3 b
Dosis	113 kg	1513.6 a	1347.6 a	2595.7 a	1196.3 a	1443 a	8096 a
	90 kg	1722.8 a	830.2 ab	1516.9 b	608.3 b	1225.7 a	5904 a
	67 kg	239 b	165.3 b	297.2 c	779.3 ab	1316.3 a	2797 b

\Promedios con igual letra, no difieren estadísticamente (Tukey, $\alpha=0.05$); PC: primer cosecha, SC: segunda cosecha, TC: tercera cosecha, CC: cuarta cosecha, QC: quinta cosecha.

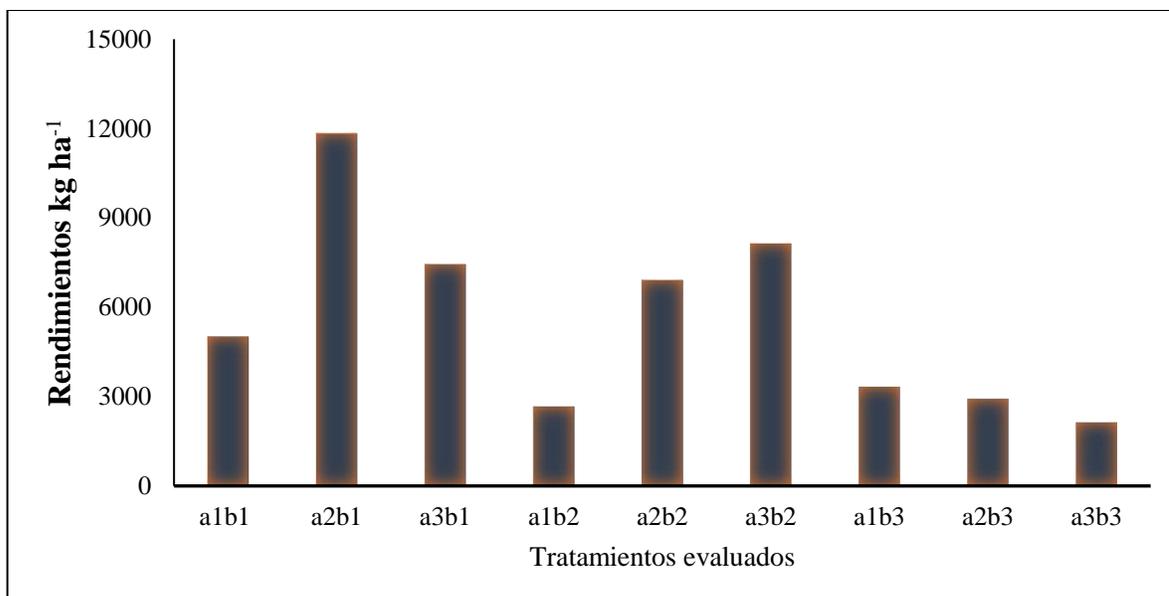


Figura 5. Interacción de cultivar*dosis para el rendimiento total en kg ha⁻¹, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.

La interacción de los factores fue significativa. Se consideró que la interacción cultivar*dosis que obtuvo el mejor rendimiento del estudio fue la cultivar F1 Savana a una aplicación de completo (12-30-10) de 113 kg ha⁻¹, con un rendimiento total de 11,831.616 kg ha⁻¹. Estos datos superan al trabajo realizado por Gutiérrez y González (2009), donde parte de su material de estudio correspondió a los cultivares, UC-82, Peto 98, INTA L7 y Padano. Con los mejores rendimientos para Peto 98 con 7,138.39 kg ha⁻¹, y la más baja Padano con 4,406.6 kg ha⁻¹. Se considera que el rendimiento medio a nivel nacional está entre 12,000 y 18,000 kg ha⁻¹, bajo condiciones de manejo apropiado (Jarquín, 2004).

4.7. Análisis del presupuesto parcial

Para realizar el análisis económico de los resultados obtenidos en el ensayo, se utilizan recomendaciones para mejorar la productividad de sus recursos, y que los productores empleen a partir de los datos. Los datos agronómicos en los que se fundamentan las recomendaciones deben corresponder a las condiciones agroecológicas del agricultor y la evaluación de tales datos debe ser coherente con sus objetivos y circunstancias socioeconómicas (CIMMYT, 1988).

Cuadro 16. . Análisis de presupuesto parcial para los tratamientos evaluados, Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, 2016

Concepto	Tratamientos								
	a1b1	a2b1	a3b1	a1b2	a2b2	a3b2	a1b3	a2b3	a3b3
Rendimiento total (kg ha ⁻¹)	5018.526	11831.62	7438.28	2667.63	6909.31	8134.80	3330.75	2929.83	2130.83
Rendimiento ajustado (kg ha ⁻¹)	4516.6734	10648.45	6694.45	2400.87	6218.38	7321.32	2997.68	2636.85	1917.74
Precio de venta (\$ kg)	1.1	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Beneficio bruto en campo (\$ ha)	4968.341	11713.30	7363.89	2640.95	6840.22	8053.45	3297.44	2900.53	2109.52
Costos variables									
Costo de sistema de riego (\$ ha)	2036.26	2036.26	2036.26	2036.26	2036.26	2036.26	2036.26	2036.26	2036.26
Costo de mano de obra	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Costo de semilla (\$ kg ha ⁻¹)	34.30	34.30	34.30	34.30	34.30	34.30	34.30	34.30	34.30
Vasos poroplast (\$)	87.71	87.71	87.71	87.71	87.71	87.71	87.71	87.71	87.71
Fertilizante (12-30-10)	52.83	42.26	31.69	52.83	42.26	31.69	52.83	42.26	31.69
Total de costos (\$ ha)	2331.10	2320.53	2309.96	2331.10	2320.53	2309.96	2331.10	2320.53	2309.96
Beneficio Neto (\$ ha)	2637.24	9392.77	5053.93	309.85	4519.69	5743.49	966.34	580.00	-200.44

El precio de venta de tomate que se utilizó fue el emitido por el Banco Central de Nicaragua en el año 2016, en este caso se vendió el kilogramo en U\$ 1.1. Con una tasa de cambio oficial del dólar de C\$ 29.15

Al momento de comparar los beneficios netos con el análisis de presupuesto parcial, todos los tratamientos en estudio presentaron datos positivos. De los tratamientos con mejores beneficios resalta el a2b1 que corresponde la cultivar F1 Savana y la dosis a 113 kg ha⁻¹. El tratamiento a3b3 (cultivar F1 Kiara y dosis 67 kg ha⁻¹) resultó con los beneficios más bajos del estudio, siendo esto un déficit económico de \$-200.44.

4.7.1. Relación beneficio costo

En el cuadro 17 se muestra el análisis de las utilidades y la relación beneficio costo. Se consideró el rendimiento ajustado en kg ha⁻¹. En el análisis se puede observar que el tratamiento a2b1 que corresponde al cultivar F1 Savana y la dosis a 113 kg ha⁻¹ obtuvo las mejores utilidades y relación beneficio costo que los demás tratamientos. Lógicamente esto se debe que este tratamiento obtuvo los mejores rendimientos en kg ha⁻¹. Podemos decir que este tratamiento es muy rentable ya que demostró que por cada dólar que el productor invierta, este tendrá una ganancia alta de \$4.05.

El tratamiento que obtuvo utilidades y una relación de beneficio costo menor de 1 fue la interacción a3b3 (F1 Kiara * dosis 67 kg ha⁻¹) resultando con déficit económico negativo.

Cuadro 17. Análisis de utilidades y relación beneficio costo, universidad nacional agraria, Managua, Nicaragua, 2016.

Tratamientos	Producción kg/ha	Precio \$ kg	Ingresos \$	Costo de producción	Utilidades \$	R B/C
a1b1	4516.67	1.10	4968.34	2331.10	2637.24	1.13
a2b1	10648.45	1.10	11713.30	2320.53	9392.77	4.05
a3b1	6694.45	1.10	7363.89	2309.96	5053.93	2.19
a1b2	2400.87	1.10	2640.95	2331.10	309.85	0.13
a2b2	6218.38	1.10	6840.22	2320.53	4519.69	1.95
a3b2	7321.32	1.10	8053.45	2309.96	5743.49	2.49
a1b3	2997.68	1.10	3297.44	2331.10	966.34	0.41
a2b3	2636.85	1.10	2900.53	2320.53	580.00	0.25
a3b3	1917.74	1.10	2109.52	2309.96	-200.44	-0.09

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis e interpretaciones de los resultados en el presente estudio experimental, se derivan las siguientes conclusiones.

El cultivar F1 IT 105 en la variable de crecimiento altura de la planta, diámetro del tallo y número de ramas, fue la que obtuvo el más alto valor. En las variables de fruto los factores presentaron diferencias significativas, sobresaliendo los cultivares F1 Savana y F1 Kiara.

De igual manera, las dosis de fertilización a 113 kg ha^{-1} y 90 kg ha^{-1} obtuvieron los valores más altos en la variable de crecimiento altura de la planta, diámetro del tallo y número de ramas por planta. Las variables del fruto resultaron significativas, siendo la fertilización a 113 kg ha^{-1} con los valores más altos en variables tomates por planta, cantidad de semillas y rendimientos totales.

Los factores evaluados resultaron ser dependientes y significativas, por cuanto el cultivar F1 savana con dosis 113 kg ha^{-1} y F1 kiara con dosis a 90 kg ha^{-1} promediaron los $10,000 \text{ kg ha}^{-1}$

El análisis económico de los tratamientos evaluados indica que la interacción a2b1 correspondiente al cultivar F1 Savana y la dosis 113 kg ha^{-1} obtuvo los mayores beneficios netos ($\$ \text{ ha } 9,392.77$) y la mejor relación beneficio costo del estudio ($\$ 4.05$).

VI. BIBLIOGRAFIA CITADA

- Aguilar Aguilar, PA; García Muñoz, MC; Quevedo garzón, D. 2013.** Tecnologías para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Colombia.
- Andrades, D; Loasiga, F. 2015.** Evaluación del crecimiento del cultivo de tomate (*lycopersicum esculentum* Mill) cultivar Shanty en tres distancias de siembra, en condiciones de casa malla, finca Las Mercedes, UNA, Managua, 20013. Tesis. Ing. Agrónomo. Universidad nacional agraria. Managua, NI. 24 p.
- Cardenas, J; Buschting, W. 2004.** Evaluación de dosis de NPK con fertirriego en el cultivo de tomate (*lycopersicum esculentum* Mill) Trabajo de diploma para optar a Ingeniero Agrónomo Departamento de producción vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria Managua. NI. 34 p.
- Castillo Arceyut, A, 2001.** Cultivo de tomate. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1990.** Guía para el manejo integrado de plagas en el cultivo de tomate: proyecto regional MIP, San José, CR. 138 p.
- Chávez Fuentes, N; Dueñas Salvatierra, H; Rodríguez Moreira, R; Vera Alava, E. 2010.** Implementación de un sistema de riego por micro aspersion para el cultivo de cacao (*teobroma cacao* L.) en la hacienda “La Teodomira” tesis. Ing. Universidad técnica de Manabi. Consultado el 5 de octubre del 2015. Disponible en línea: http://www.ruta.org/CDOCDeployment/documentos/IMPLEMENTACION_DE_UN_SISTEMA_DE_RIEGO.pdf

Chemonics International Inc, 2008. Programa de diversificación hortícola, Proyecto de desarrollo de la cadena de valor y conglomerado agrícola. Cultivo de tomate (*lycopersicumesculentum* Mill): Manual de cultivo de tomate.

Cruz, M; Alvarenga, F. 1996. Evaluación de nueve cultivares de tomate de consumo fresco (*lycopersicum esculentum* Mill) en el valle de Sébaco, Matagalpa. Tesis. Ing. Universidad Nacional Agraria. Managua. NI. 40 p.

CYMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos Económicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Ed comp rev. ME. 79 p.

Duarte, HA; Ruiz, M. 2010. Efecto de tres láminas de riego y tres dosis de aplicación de biofertilizantes en el cultivo orgánico de fresa (*Fragaria* spp) cv, Festival en el Castillito, Las Sabanas, Madriz. Tesis. Ing. Agrícola. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 59 p.

Duarte Canales, H, 2015. Evaluación de indicadores agroecológicos en el cultivo de café (*coffea arabica* L.) var. CATRENIC, bajo riego complementario por goteo a pleno sol y micro aspersion bajo sombra, San marcos, Carazo, Nicaragua, 2013-2014 Tesis. MCS. Agroecología y desarrollo sostenible. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 68 p.

FAO (Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2006. Evapotranspiración del cultivo: Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Roma.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). Roma. 2009. Guía para la descripción de suelos. 4ta ed, Traducido y adaptado al castellano por Ronald Vargas Rojas (Proyecto FAOSWALIM, Nairobi, Kenya-

Universidad Mayor de San Simón, Bolivia). Consultado el día 21 de septiembre del 2016. Disponible en línea: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>

Fuentes, JL, 2003. Técnicas de Riego, Madrid. ES.

García Marrero, E. 2006. Régimen de riego. Universidad Nacional Agraria. Managua, NI. 100 p.

Gutiérrez, w; Gonzales, C. 2009. Evaluación de cuatro cultivares de tomate industrial (*lycopersicum esculentum* Mill) en el rendimiento y tolerancia al complejo Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)-Geminivirus. Tesis. Ing, sistema protección agrícola y forestal. Universidad nacional agraria. Managua, NI 30 p.

INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2016. Datos de precipitación, temperatura máxima y mínima. Estación meteorológica Aeropuerto Internacional Augusto César Sandino. Año 1950 – 2016.

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 1999. Cultivo del tomate: Guía tecnológica 22, Managua. NI.

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI), 2004, Manejo integrado de plagas: Cultivo del tomate guía MIP, 1ra ed. 64 p.

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria, NI), 2009, El morralito producción de hortalizas en huertos, edición #7, Enero 2009. Disponibles en www.inta.gob.ni.

Jarquín, D; 2004. Evaluación de cuatro líneas de tomate (*lycopersicum esculentum* Mill) basado en el complejo Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)-Geminivirus, en la comunidad de Apompua, Potosí, Rivas, Nicaragua. Tesis. MSC sistemas integrales de

producción agropecuaria en el trópico. Universidad nacional de Barcelona. Universidad nacional agraria. Managua, NI. 62p.

Jiménez, E; Gutierrez, W; Gonzalez, C. 2008. Evaluación de cuatro cultivares de tomate industrial (*lycopersicumesculentum* Mill) en el rendimiento y tolerancia al complejo mosca blanca (*bemisiatabacigennadius*) – geminivirus. (En línea). La Calera. Disponible en: lacalera.una.edu.ni/index.php/calera/article/view/147

Lozada Villasante; 2000. El riego, Fundamentos Hidráulicos. A. Madrid. 461 p

MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal), octubre 2008, sub programa desarrollo y reactivación del riego para contribuir a la seguridad alimentaria en Nicaragua.

Mapa del departamento de Managua. Disponible en línea: <http://www.magfor.gob.ni/descargas/publicaciones/IVCensoNacionalAgropecuarioCENAGRO/MANAGUA.pdf> (IV CENAGRO, MAGFOR, Consultado el 22 De septiembre del 2016)

Martínez Núñez, A; Meza Granados, N. 2011. Evaluación de riego y biofertilizante sobre seis poblaciones de tomate silvestre (*Lycopersicum*spp.), colectado en la Reserva de Recursos Genéticos de Apacunca (RRGA), Chinandega. Tesis. Ing. Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. Consultado el 30 de septiembre del 2015, (en línea). Disponible en: http://departir.net/index.php/biblioteca/search_result

MIFIC (Ministerio de Fomento, Industria y Comercio). 2007. Ficha de tomate. Consultado el 15 de junio del 2016.

PRIICA (Programa regional de investigación e innovación por cadenas de valor Agrícola). 2016 Plan de producción, consumo y comercio Consultado el 21 de marzo del 2017.

Moya Talens, J.A. 2009. Riego localizado y Fertirrigación, Madrid,. 575 p,

Rodríguez Rodríguez, R; Tabares rodríguez, J.M; Medina san juan J.A; 1997. Cultivo moderno del TOMATE, segunda edición

Núñez Solís, J. 2000. Fundamentos de edafología/ Jorge Núñez Solís. 3. Reimp. De la 2da ed. San José, C.R: EUNED, 2000. 188 p.

Olivas, L; Salgado, L. 2013. Evaluación de rendimiento y comportamiento agronómico de siete genotipos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo sistemas de casa malla en el centro experimental las mercedes Universidad Nacional Agraria. NI. 10 p.

Ortega, L; Sanchez, J; Ocampo, J; Sandoval, E; Salcido, B y Manzo, F. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Ra Ximhai, septiembre-diciembre, año/Vol. 6, Número 3. Universidad Autónoma Indígena de México, Mochichahui, El Fuerte, Sinaloa. pp. 339-346 consultado el 27 de agosto del 2016. En línea. <http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej18articulosPDF/02Tomate%20bajo%20condiciones%20de%20invernadero.pdf>

Peña Quiroz, J. 2011. Evolución de la producción de chilote en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L) utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego por aspersión finca las mercedes 2009. Trabajo de diploma para optar a ingeniero agrícola, departamento de ingeniería agrícola, facultad de agronomía, Universidad Nacional Agraria. NI. 36 p.

Ra Ximhai. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. Revista de sociedad, cultural y desarrollo sustentable. (Universidad autónoma indígena de México). Consultado el 9 de septiembre del 2015. Disponible en línea: <http://www.journals.unam.mx/index.php/rxm/article/view/17885>

Torrez Torrez, M; 2011. Evaluación del cultivo de Rábano (*Raphanus sativus* L) cultivar Crimson Giant utilizando sustratos mejorados y determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego. Finca las Mercedes, Managua, 2009. Trabajo de diploma para optar a ingeniero agrícola, departamento de ingeniería agrícola, facultad de agronomía, universidad nacional agraria. NI. 36 p.

Valverde Conejo, Juan Carlos. 2000. Riego y drenaje, Juan Carlos Valverde Conejo. 1. Reimp. De la 1. Ed. San José, C.R.: UNED, 2000. 248p.

Zúñiga Martínez, Edgar. Heredia. 2001., Diseño fácil del riego a presión. C.R, EUNA. 115 p

VII. ANEXOS

Anexo 1. Datos de campo de prueba de velocidad de infiltración.

N°	TIEMPO	IL (min)	T ACUM (min)	LEC (cm)	DIF LEC (cm)	DIF LEC (mm)	INF CALC (mm/hr)
1	02:47			135.00			
2	02:48	1	1	119.00	16.00	160.00	960.00
3	02:49	1	2	103.00	16.00	160.00	960.00
4	02:50	1	3	94.00	9.00	90.00	540.00
5	02:51	1	4	88.00	6.00	60.00	360.00
6	02:56	5	5	64.00	24.00	240.00	288.00
7	03:01	-	6	152.00	-	0.00	-
8	03:06	5	11	126.00	26.00	260.00	312.00
9	03:11	5	16	102.00	24.00	240.00	288.00
10	03:16	5	21	50.00	52.00	520.00	624.00
11	03:26	-	22	144.00	-	0.00	-
12	03:36	10	32	97.00	47.00	470.00	282.00
13	03:46	10	42	64.00	33.00	330.00	198.00
14	03:56	10	52	28.00	36.00	360.00	216.00
15	03:56	-	53	130.00	-	0.00	-
16	04:06	10	63	99.00	31.00	310.00	186.00
17	04:26	20	83	38.00	61.00	610.00	183.00
18	04:26	-	84	150.00	-	0.00	-
19	04:46	20	104	49.00	101.00	1010.00	303.00
20	04:46	-	105	150.00	-	0.00	-
21	05:10	20	125	77.00	73.00	730.00	219.00
22	05:40	-	126	148.00	-	0.00	-
23	06:10	30	156	50.00	98.00	980.00	196.00
24	06:10	-	157	148.00	-	0.00	-
25	06:40	30	187	48.00	100.00	1000.00	200.00
26	06:40	-	188	148.00	-	0.00	-
27	07:10	30	218	40.00	108.00	1080.00	216.00

Anexo 2. Cálculos de la obtención de velocidad de infiltración a través del modelo de regresión lineal simple de Kostiakov-Lewis.

N°	T ACUM (t)	I CALC (I) mm/hr	Log t (Xi)	Log I (Yi)	Xi ²	Yi ²	Xi.Yi
1	1	960.00	0.0000	2.9823	0.0000	8.8939	0.0000
2	2	960.00	0.3010	2.9823	0.0906	8.8939	0.8978
3	3	540.00	0.4771	2.7324	0.2276	7.4660	1.3037
4	4	360.00	0.6021	2.5563	0.3625	6.5347	1.5390
5	9	288.00	0.9542	2.4594	0.9106	6.0486	2.3469
6	15	312.00	1.1761	2.4942	1.3832	6.2208	2.9334
7	20	288.00	1.3010	2.4594	1.6927	6.0486	3.1997
8	25	624.00	1.3979	2.7952	1.9542	7.8131	3.9075
9	36	282.00	1.5563	2.4502	2.4221	6.0037	3.8133
10	46	198.00	1.6628	2.2967	2.7648	5.2747	3.8188
11	56	216.00	1.7482	2.3345	3.0562	5.4497	4.0811
12	67	186.00	1.8261	2.2695	3.3345	5.1507	4.1443
13	87	183.00	1.9395	2.2625	3.7617	5.1187	4.3881
14	108	303.00	2.0334	2.4814	4.1348	6.1576	5.0458
15	129	219.00	2.1106	2.3404	4.4546	5.4777	4.9397
16	160	196.00	2.2041	2.2923	4.8581	5.2544	5.0524
17	191	200.00	2.2810	2.3010	5.2031	5.2947	5.2487
18	222	216.00	2.3464	2.3345	5.5054	5.4497	5.4775
SUMATORIAS	1181	6531.00	25.9179	44.8243	46.1167	112.5512	62.1376
MEDIAS	65.61	362.83	1.4399	2.4902	2.5620	6.2528	3.4521

Anexo 3. Cálculo de la infiltración ajustada e infiltración acumulada.

Infiltración ajustada

$$b1 = \frac{\sum x_i y_i - \sum x_i * \sum y_i}{\frac{n}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}}$$

$$b1 = \frac{62.1376 - \frac{25.9179 * 44.8243}{18}}{46.1167 - \frac{(25.9179)^2}{18}}$$

$$b1 = -0.2727$$

$$\bar{y} = b_0 + b_1 * \bar{x}$$

$$b_0 = \log k$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 * \bar{x}$$

$$k = \text{antilogaritmo } b_0$$

$$b_0 = 2.4902 - (-0.2727 * 1.4399)$$

$$k = \text{antilog} (2.8828)$$

$$b_0 = 2.8828$$

$$k = 763.48$$

$$b_1 = n$$

$$n = -0.2727$$

$$I = (763.48) * t^{-0.2727}$$

Infiltración acumulada

$$Z = \int_0^t I dt = \int_{n+1}^t k t^n = \frac{k t^{n+1}}{n+1}$$

$$Z = \frac{k}{(n+1)60} t^{n+1}$$

$$Z = \frac{763.48}{(-0.2727 + 1) * 60} t^{-0.2727+1}$$

$$Z = (17.4957) * t^{0.7273}$$

Anexo 4. Cálculo de la velocidad de infiltración usando el método de Kostiakov - Lewis.

TIEMPO	INF AJUST	INF ACUM
1	763.48	17.50
2	631.99	28.96
3	565.83	38.90
4	523.14	47.95
9	419.35	86.49
15	364.82	125.40
20	337.29	154.59
25	317.38	181.82
36	287.34	237.04
46	268.76	283.31
56	254.72	326.88
67	242.56	372.42
87	225.89	450.34
108	212.95	527.04
129	202.88	599.74
160	191.31	701.44
191	182.29	797.86
222	174.96	890.09

Anexo 5. Cálculo del Coeficiente de rendimiento del cultivo “Ky” para cada tratamiento.

EVTPm: 11.15 mm.d⁻¹

EVTPm en la decena: 11.15 mm.d⁻¹ x 10 días = 111.5 mm.dec⁻¹

EVTPm en la decena: 111.5 mm.dec⁻¹ x 10 = 1115 m³.ha⁻¹

Yr: 18 ton.ha⁻¹ Jarquín (2004).

Evtpm = 1115 m³.ha⁻¹

Evtpr = 667 m³.ha⁻¹

$$Ky = \frac{\left(1 - \frac{Yr}{Ym}\right)}{\left(1 - \frac{EVTPr}{EVTPm}\right)}$$

$$ky_{a1b1} = \frac{\left(1 - \frac{5.018}{18}\right)}{\left(1 - \frac{667}{1115}\right)} = \frac{0.7212}{0.4018} = 1.79$$

$$ky_{a2b1} = \frac{\left(1 - \frac{11.83}{18}\right)}{\left(1 - \frac{667}{1115}\right)} = \frac{0.3428}{0.4018} = 0.85$$

$$ky_{a3b1} = \frac{\left(1 - \frac{7.438}{18}\right)}{\left(1 - \frac{667}{1115}\right)} = \frac{0.5868}{0.4018} = 1.46$$

$$ky_{a1b2} = \frac{\left(1 - \frac{2.66}{18}\right)}{\left(1 - \frac{667}{1115}\right)} = \frac{0.85}{0.4018} = 2.12$$

$$ky_{a2b2} = \frac{\left(1 - \frac{6.9}{18}\right)}{\left(1 - \frac{667}{1115}\right)} = \frac{0.61}{0.4018} = 1.53$$

$$ky_{a3b2} = \frac{\left(1 - \frac{8.13}{18}\right)}{\left(1 - \frac{667}{1115}\right)} = \frac{0.5483}{0.4018} = 1.36$$

$$ky_{a1b3} = \frac{\left(1 - \frac{3.33}{18}\right)}{\left(1 - \frac{667}{1115}\right)} = \frac{0.8150}{0.4018} = 2.02$$

$$ky_{a2b3} = \frac{\left(1 - \frac{2.92}{18}\right)}{\left(1 - \frac{667}{1115}\right)} = \frac{0.8378}{0.4018} = 2.08$$

$$ky_{a3b3} = \frac{\left(1 - \frac{2.13}{18}\right)}{\left(1 - \frac{667}{1115}\right)} = \frac{0.8817}{0.4018} = 2.19$$

Anexo 6. Cálculo del Coeficiente de uniformidad.

$$Cu = 1 - \frac{\Sigma |dl|}{M * n}$$

Cu= Coeficiente de uniformidad.

M= Precipitación media en los puntos de control.

n= Número de puntos de control.

$\Sigma |dl|$ = Suma de las desviaciones (en valor absoluto) en los puntos de control, con respecto a M.

$$Cu = 1 - \frac{\Sigma |dl|}{M * n}$$

$$Cu = 1 - \frac{41.7}{16.65 * 17}$$

$$Cu = 1 - 0.147323$$

$$Cu = 0.85 * 100$$

$$Cu = 85\%$$

Anexo 7. Cálculo del coeficiente de cultivo “Kc” y requerimientos hídricos, a través de CROPWAT

8.0.

Mes	Decena	Etapa	Kc coef	ETc mm/día	ETc mm/dec	Prec. efec mm/dec	Req.Riego mm/dec
Feb	3	Inic	0.6	4.4	22	0.1	21.9
Mar	1	Inic	0.6	4.62	46.2	0	46.1
Mar	2	Inic	0.6	4.81	48.1	0	48.1
Mar	3	Des	0.63	4.92	54.1	1.1	53
Abr	1	Des	0.76	5.8	58	2.2	55.9
Abr	2	Des	0.9	6.74	67.4	3.1	64.3
Abr	3	Des	1.03	7.48	74.8	16	58.9
May	1	Med	1.14	7.95	79.5	33.6	45.9
May	2	Med	1.15	7.69	76.9	46.9	30
May	3	Med	1.15	7.14	78.5	44.4	34.1
Jun	1	Med	1.15	6.82	68.2	40.3	27.9
Jun	2	Fin	1.15	6.36	63.6	39.6	24
Jun	3	Fin	1.03	4.29	42.9	38.5	4.4
Jul	1	Fin	0.88	2.09	20.9	37.1	0
Jul	2	Fin	0.74	0.7	5.6	28.7	0
					806.7	331.6	514.4

Anexo 8. Instalación del sistema de riego por micro aspersión, en la Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.



Anexo 9. Prueba en campo para la determinación de la velocidad de infiltración e infiltración acumulada del suelo, Universidad Nacional Agraria, Managua, 2016.



Anexo 10. Aplicación de insecticida para el control y erradicación del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaci*) en el cultivo de tomate, Universidad Nacional Agraria, Managua 2016.



