



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

Facultad de Ingeniería Agronómica

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

**EFFECTO DEL RIEGO POR GOTEJO EN INDICADORES DE
CRECIMIENTO DEL CULTIVO DEL MAIZ (*Zea mays* L.) BAJO
DIFERENTES DENSIDADES Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA**

Autor:

Fernando Wilfrido Véliz Mantuano

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Rolando Venancio León Aguilar Ph.D.

SANTA ANA-MANABÍ-ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

ESCUELA DE AGRONOMÍA

TÍTULO:

**EFFECTO DEL RIEGO POR GOTEO EN INDICADORES DE
CRECIMIENTO DEL CULTIVO DEL MAIZ (*Zea mays* L.) BAJO
DIFERENTES DENSIDADES Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA**

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

FERNANDO WILFRIDO VÉLIZ MANTUANO

DIRECTOR DE TESIS

DR. ROLANDO VENANCIO LEÓN AGUILAR PH.D.

SANTA ANA-MANABÍ-ECUADOR

2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Tema: Efecto del riego por goteo en indicadores de crecimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) bajo diferentes densidades y profundidad de siembra.

TESIS DE GRADO

Sometida a consideración de la Comisión de Titulación y Evaluación, legalizada por el Honorable Consejo Directivo como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

Mg. Eds. Milton Pinoargote Chérrez

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Dr. Caridad Antonio Torres García Ph.D.

PROFESOR- MIEMBRO

Dr. Caballero Núñez Alberto Ph.D.

PROFESOR- MIEMBRO

La responsabilidad de toda la investigación realizada en esta tesis corresponde exclusivamente al autor

FERNANDO WILFRIDO VÉLIZ MANTUANO

CERTIFICACIÓN

Dr. RICARDO FUNDORA PIÑEYRO Ph.D.

Certifica:

Que la tesis titulada “**Efecto del riego por goteo en indicadores de crecimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) Bajo diferentes densidades y profundidad de siembra**”, es trabajo original del egresado Fernando Wilfrido Véliz Mantuano, la cual fue realizada bajo mi dirección.

Dr. RICARDO FUNDORA PIÑEYRO Ph.D.

REVISOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

Dr. ROLANDO VENANCIO LEÓN AGUILAR Ph.D.

Certifica:

Que la tesis titulada “**Efecto del riego por goteo en indicadores de crecimiento del cultivo del maíz (*Zea mays* L.) Bajo diferentes densidades y profundidad de siembra**”, es trabajo original del egresado Fernando Wilfrido Véliz Mantuano, la cual fue realizado bajo mi dirección.

Dr. ROLANDO VENANCIO LEÓN AGUILAR Ph.D.

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORA

A Dios Todopoderoso y a la Virgen María por guiar cada uno de mis pasos, a mis padres, Sr. Florencio Laureano Veliz y Sra. Luz María Mantuano Holguín, quienes me han apoyado incondicionalmente para cumplir una meta más en mi vida.

A mi hermanos/as, quienes con sus consejos y apoyo incondicional me transmitieron fuerzas con palabras de aliento para poder concluir mi etapa universitaria.

A mis tíos, quienes siempre estuvieron apoyándome en los momentos necesarios para la conclusión de mi carrera.

FERNANDO WILFRIDO VELIZ MANTUANO

AGRADECIMIENTO

A Dios el creador de todas las cosas, por guiarnos siempre por el camino correcto, por su bendición y por el don de la vida.

Al Doctor Rolando Venancio León Aguilar por su orientación y asesoramiento para realizar este trabajo de titulación.

Al Dr. Ricardo Fundora Piñeiro, por su calidad y calidez como profesional y ser humano, por su disponibilidad de tiempo compartido para asesorarnos como revisor del presente trabajo de titulación.

A los profesores de pre-grado quienes nos impartieron sus conocimientos dentro y fuera de las aulas: Ing. Julio Mero Muñoz, Ing. Sixto Muñoz Zambrano.

A mi amigo y compañero: Pin Quimiz Williams Abelardo por la amistad y dedicación que demostró durante todo el ciclo de formación universitaria.

A los señores administrativos de la Facultad: Sra. Narcisa García, Lcda. Juliana Cevallos, Sr. Ramón Almeida, Lcdo. Alejandro Barcia por su apoyo en cada trámite realizado.

A la Universidad Técnica de Manabí, en especial a la Facultad de Ingeniería Agronómica por la acogida, orientación y preparación que nos brindó durante todos estos años de estudio.

INDICE GENERAL

CONTENIDO.

N° Paginas.

RESUMEN

SUMMARY

I.	ANTECEDENTES	1-2
II.	INTRODUCCIÓN	3
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
IV.	JUSTIFICACIÓN	5
V.	OBJETIVOS	6
	5.1.General	6
	5.2.Específicos	6
VI.	MARCO REFERENCIAL	7
	6.1.Agricultura en Ecuador	7
	6.2. Cultivo de maíz	7-8
	6.3. Características morfológicas y botánicas del maíz	8
	6.4. Exigencias edafo-climáticas	9
	6.5.Siembra	9
	6.6.Fertilización	9-10
	6.7.Densidad y distancias de siembra	10
	6.8.Necesidades hídricas del cultivo	10-11
	6.9.Método de riego	11
	6.10. Riego localizado	11-12
	6.11. Ventajas del riego localizado	12
	6.12. Componentes del sistema de riego por goteo	12
	6.13. Importancia del riego localizado	12-13
	6.14. Características del híbrido AGRI-104	13
VII.	DISEÑO METODOLÓGICO	14
	7.1.Ubicación	14
	7.2.Factores a evaluar (Variables independientes)	14

7.3.	Diseño experimental.....	14-15
7.4.	Características de lotes experimentales.....	16-17
VIII.	MANEJO AGRONOMICO.....	18
8.1.	Delimitación de las parcelas experimentales.....	18
8.2.	Propiedades hidrofísicas del suelo.....	18
8.3.	Propiedades físico y químico del suelo.....	18-19
8.4.	Propiedades físico y químico del agua.....	19-20
8.5.	Preparación del terreno.....	20
8.6.	Medición del terreno.....	20
8.7.	Cuadre del terreno y tendido de mangueras.....	21
8.8.	Siembra.....	21
8.9.	Riego.....	21-24
8.10.	Fertilización fue conducida de acuerdo con el instructivo técnico del cultivo del maíz.....	24
8.11.	Control fitosanitario.....	25-26
IX.	VARIABLES EVALUADAS.....	27
9.1.	Bulbo húmedo.....	27
9.2.	Desarrollo del sistema radicular.....	27
9.3.	Diámetro del tallo.....	28
9.4.	Altura de la planta.....	28
9.5.	Número de hojas.....	28
9.6.	Longitud de hojas.....	28
9.7.	Altura de la flor masculina.....	29
9.8.	Altura de la flor femenina.....	29
X.	RESULTADOS.....	30
10.1.	Bulbo húmedo.....	30-33
10.2.	Desarrollo del sistema radicular.....	33-36
10.3.	Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 15 días después de la siembra del maíz (1 ^{er} Experimento)	36-37
10.4.	Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 30 días después de la siembra del maíz(1 ^{er} Experimento)	37-38

10.5.	Valores promedios de las variables: AP, DT, NH y LH, a los 45 días después de la siembra del maíz (1 ^{er} Experimento)	38-40
10.6.	Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, FM y FF a los 60 días después de la siembra del maíz(1 ^{er} Experimento)	40-41
10.7.	Valores promedios de las variables: AP, DT Y NH, a los 15 días después de la siembra del maíz(2 ^{do} Experimento)	42-43
10.8.	Valores promedios de las variables: AP, DT Y NH, a los 30 días después de la siembra del maíz(2 ^{do} Experimento)	43-44
10.9.	Valores promedios de las variables: AP, DT, NH y LH a los 45 días después de la siembra del maíz(2 ^{do} Experimento)	45-46
10.10.	Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, FM y FF a los 60 días después de la siembra del maíz (2 ^{do} Experimento).....	46-48
XI.	CONCLUSIONES.....	49
XII.	BIBLIOGRAFIA.....	50-53

INDICE DE TABLAS

CONTENIDO.	N° Paginas.
Tabla 1. Propiedades hidrofísicas del suelo.....	18
Tabla 2. Parámetros físicos y químicos del suelo obtenidos a través de las normativas recomendadas por la Agencia de AGROCALIDAD.....	18-19
Tabla 3. Propiedades físico y químico del agua del canal utilizado para el riego del maíz según el análisis de AGROCALIDAD.....	19-20
Tabla 4. Datos climáticos de la estación la teodomira comprendidos entre el 2005 al 2016.....	22
Tabla 5. Parámetros de riego según las etapas de desarrollo del cultivo.....	23-24
Tabla 6. Comportamiento del bulbo húmedo en el experimento 1.....	31
Tabla 7. Análisis del bulbo húmedo segundo experimento.....	32-33
Tabla 8. Análisis de la profundidad de las raíces del maíz en el experimento 1.....	33-34
Tabla 9. Análisis de la profundidad de las raíces del maíz en el experimento 2.....	34-35
Tabla 10. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 15 días después de la siembra del maíz. Experimento 1.....	36-37
Tabla 11. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 30 días posteriores a la siembra. Experimento 1.....	38
Tabla 12. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH y LH a los 45 días posteriores a la siembra. Experimento 1.....	39-40
Tabla 13. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AFM y AFF a los 60 días posteriores a la siembra. Experimento 1.....	41
Tabla 14. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 15 días posteriores a la siembra. Experimento 2.....	42-43
Tabla 15. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 30 días posteriores a la siembra. Experimento 2.....	44
Tabla 16. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH y LH a los 45 días posteriores a la siembra. Experimento 2.....	46
Tabla 17. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AFM, y AFF a los 60 días posteriores a la siembra. Experimento 2.....	48

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo, Evaluar el efecto del riego por goteo en indicadores de crecimiento del cultivo del maíz, (*Zea maíz L.*) Bajo diferentes densidad y profundidad de siembra. La misma tuvo lugar en el campus experimental perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la Parroquia Lodana, del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, localizada en las coordenadas geográficas 01° 09' 51" de latitud norte y los 80° 23' 24" de longitud oeste, a una altitud de 60 msnm. Se desarrollaron dos experimentos completamente al azar, donde se estudiaron dos factores y tres niveles por factor, para un total de 6 tratamientos con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron el comportamiento del riego, entre ellas el bulbo húmedo y el desarrollo radicular en la zona del bulbo húmedo, así como las variables morfofisiológicas de altura de la planta, diámetro del tallo, número y longitud de hojas, en cuatro momentos del desarrollo de la planta. El procesamiento de los datos para el análisis e interpretación de resultados se llevó a cabo mediante el paquete estadístico El análisis de varianza (ANOVA) se hizo con el paquete estadístico StatGraphics Centurión XVI v16.1.18 y para las pruebas de significación se utilizó Tukey al 95%. Confiabilidad los resultados demostraron que el desarrollo radicular de las plantas alcanzaron longitudes que oscilaron entre 0,45 y 0,69m en sentido horizontal y la profundidad de las raíces alcanzaron longitudes entre 0,17 y 0,15m. En cuanto a la altura de las plantas el marco de plantación sencillo la mayor altura de planta se logró a los 60 días del ciclo en un marco de 0,70 entre hileras y 0,20m de profundidad con una altura media de 220, 83cm. Las plantas que fueron sembradas en marco dobles la mayor altura se obtuvo a en el marco de 0,30 x 0,30 x 0,70m alcanzando una altura de 226,2cm.

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the effect of drip irrigation on growth indicators of maize (*Zea mays* L.) under different density and depth of sowing. It took place in the experimental campus belonging to the Faculty of Agronomic Engineering of the Technical University of Manabí, located in the Lodana Parish, Santa Ana, Manabí province, Ecuador, located at the geographic coordinates 01 ° 09'51 " North latitude and 80 ° 23'24 "west longitude, at an altitude of 60 meters. Two completely randomized experiments were developed, where two factors and three levels per factor were studied for a total of 6 treatments with three replicates. The variables evaluated were irrigation behavior, including the wet bulb and root development in the humid bulb area, as well as the morphophysiological variables of plant height, stem diameter, leaf number and leaf length, at four times Development of the plant. Data processing for analysis and interpretation of results was carried out using the Statistical Package Variance Analysis (ANOVA) was done with StatGraphics Statistical Package Centurion XVI v16.1.18 and for significance tests Tukey was used at 95%. Reliability results showed that the root development of the plants reached longitudes ranging from 0.45 to 0.69m horizontally and root depth reached lengths between 0.17 and 0.15m. As for the height of the plants the simple plantation frame the highest plant height was achieved at 60 days of the cycle in a frame of 0.70 between rows and 0.20m depth with an average height of 220, 83cm. The plants that were planted in double frames the highest height was obtained in the frame of 0.30 x 0.30 x 0.70m reaching a height of 226.2cm.

I. ANTECEDENTES

En el Ecuador el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), se ha visto beneficiado debido a las características geográficas, climáticas y de suelo, viables para su desarrollo. La zona costa y parte de la Sierra, en las que comprenden las provincias de Guayas, Bolívar, El Oro, Manabí, Imbabura, Chimborazo, Pichincha, Tungurahua y Los Ríos, son las de mayor desarrollo. Dentro de las variedades más representativas se encuentran, el maíz amarillo duro (tipo cristalino), el que sirve para la elaboración de alimentos balanceados y como consumo humano; debido a su elevado contenido de fibra, carbohidratos, caroteno y el alto nivel de rendimiento. La temporada de cosecha más alta se da en el ciclo de invierno (Monteros, A. 2014).

El maíz tiene usos múltiples y variados, es el único cereal que puede ser usado como alimento en las distintas etapas del desarrollo de la planta, entre las que sobresale el consumo tierno como manjar, las mazorcas verdes de maíz, también son usadas en gran escala, asadas y hervidas, o consumidas, en numerosos países, en el estado de pasta blanda (Rodríguez, J. 2013).

En el año 2009, en Ecuador, se reportaron 214.000 ha sembradas de maíz amarillo, de las cuales, el 50 % pertenecía a la provincia de Los Ríos, el 40 % a Manabí y el resto a la provincia del Guayas. De este volumen de siembra el 90 % del área tiene lugar en época lluviosa. En la época seca se sembraron solo se sembraron 16.000 ha, con un rendimiento promedio que llegó a 1.82 t/ha, (Magallón, 2013), muy distante del rendimiento medio alcanzado en invierno, lo cual estuvo dado fundamentalmente por la falta de agua para el desarrollo normal del cultivo.

El incremento tanto en superficie como en producción del cultivo del maíz ha sido una tendencia en el país, Según el INEC en el 2015, la siembra de este cultivo fue de 439 153 ha con una producción de 1 873 525 t, con un rendimiento medio de 4,47 t/ha, En la provincia de Manabí la siembra ascendió a 96 590 ha, la que representó el 21,99 % de la superficie nacional y una producción de 334 721 t. (INEC, 2015).

Uno de los principales problemas para los pequeños y medianos productores es la falta de un sistema de riego adecuado en sus fincas. Los productores que no cuentan con riego tienen que sembrar de acuerdo a los ciclos climáticos que traen como resultado productos de baja calidad, poco rendimiento y una sola cosecha al año, a su vez, estos no pueden calendarizar ni diversificar su producción. (Peñañiel, 2015).

Muchos productores utilizan los sistemas de riego por gravedad, los cuales se caracterizan por una baja productividad cuando no se explotan de forma eficiente, lo que genera un alto consumo de agua, y su limitación para ser utilizado en fincas con pendiente irregulares.

El riego por goteo ofrece muchos beneficios, entre ellos la reducción del consumo de agua y requerimientos de mano de obra, mejor manejo de fertilización y control de plagas y enfermedades, además, provee a la planta la cantidad exacta de agua que necesita, sin embargo una de las principales limitantes del riego localizado está relacionada con su alto costo de inversión, así como el cono de humedecimiento logrado según el tipo del suelo, cultivo, gotero, el tiempo de riego, entre otros. (Peñañiel, 2015).

II. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador el sector agropecuario es de vital importancia, debido a su participación en el Producto Interno Bruto, que durante la última década fue del 8%, con un crecimiento interanual del 4%. Además constituye una fuente importante de empleo, en el año 2015, el sector primario (agricultura, ganadería, pesca y silvicultura), representó el 25% de la población económicamente activa. La superficie de labor agropecuaria (cultivos permanentes, transitorios y barbecho, pastos naturales y cultivados) en el 2015 fue de 5,67 millones de hectáreas. Por Provincias, Manabí lidera con la mayor superficie agropecuaria, con 1100 138 ha que representa el 19,4 % de participación nacional, donde los cultivos transitorios, ocupan el 10 % dentro de la provincia, distribuidos en 104 005 ha. (INEC, 2015).

La extensión territorial manabita, es de 18.878,8 km² donde 1.460 km² (7,7%), está clasificada como clase A; tierras potencialmente regables sin limitaciones o con limitaciones ligeras, 1.530 km² (8,1%) como clase B; tierras potencialmente regables con limitaciones moderadas, 4.110 km² (21,7%) como clase C; tierras potencialmente regables con limitaciones severas, 230 km² (1%) como AC; asociación de tierras los restantes 11.670 km² (61%).(INEC, 2015).

En la agricultura las técnicas de uso eficiente del agua se orientan hacia el mejoramiento de la operación de los sistemas de riego. Este sector usa aproximadamente el 80% del agua que se extrae para actividades productivas humanas. Por lo que se considera prioritario en la implementación de programas de uso eficaz del agua. (Fuentes, J. 2003).

III. PROBLEMA

¿Cómo influye el marco y la profundidad de siembra en los indicadores de crecimiento del cultivo del maíz, regado mediante la tecnología de riego localizado?

IV. JUSTIFICACIÓN

El cultivo del Maíz, cuando se cultiva en forma intensiva, resulta muy sensible a cualquier déficit de agua que se produzca durante su etapa de crecimiento. Esto puede dar como resultado un proceso fotosintético empobrecido y un reducido sistema de raíces. Si hay déficit de agua durante la floración el rendimiento del maíz se ve perjudicado. El estrés durante la etapa de crecimiento reproductivo frecuentemente da como resultado una mayor senescencia foliar y una reducción de la tasa y de la duración del llenado de los granos. A los efectos de conseguir mejores rendimientos es importante realizar un manejo eficiente del agua. Bajo condiciones climáticas variables, los rendimientos altos y estables se alcanzan únicamente por medio de un riego eficiente (NaanDanJain, 2011).

El riego consiste en suministrar a la planta el agua necesaria para que realice sus procesos biológicos; el agua tiene que proporcionarse de forma adecuada en el momento oportuno lo que garantiza un mejor uso por parte de la planta. (FAO, 2011).

En la actualidad, aunque aún se siguen explotando los sistemas de riego por gravedad, las tecnologías de aspersión, micro aspersión, y goteo, van incrementándose de forma significativa, donde el riego por goteo se está convirtiendo en una alternativa viable para los productores, en cultivos como el maíz, debido entre otras razones al ahorro de fuerza de trabajo, el ahorro de agua la cual puede llegar hasta un 60 por ciento comparado con el riego por surcos. (García *et, al* 2009).

El riego por goteo puede aumentar el rendimiento del cultivo de maíz, obteniéndose como resultado un mayor volumen de producción, con una disminución considerable del agua a utilizar en el riego, (NaanDanjain Irrigation 2011). Sin embargo se hace necesario estudiar el efecto de la distancia y la profundidad de siembra en el cultivo del maíz con tecnología de riego por goteo y la respuesta en los indicadores de crecimiento.

V. OBJETIVOS

5.1. General:

Evaluar el efecto del riego por goteo en indicadores de crecimiento del cultivo del maíz, (*Zea maíz L.*) Bajo diferentes densidad y profundidad de siembra.

5.2. Específicos:

1. Determinar la incidencia de colocación de la cinta de riego por goteo en el cono de humedecimiento y desarrollo radicular del cultivo del maíz, bajo diferentes marcos y profundidad de siembra.
2. Comprobar el efecto del riego localizado sobre los indicadores de crecimiento del cultivo del maíz, bajo diferentes marcos y profundidad de siembra.

VI. MARCO REFERENCIAL

6.1. Agricultura en Ecuador

La agricultura es una de las actividades productivas más relevantes del país, los cultivos de arroz y maíz duro seco, juegan un papel fundamental dentro de la dieta de los ecuatorianos, así como la industria de balanceados, la que abarca una gran cantidad de productores, siendo estos cultivos la base de sus economías (INEC 2015).

Según (Monteros, *et al.*, 2014), en un análisis entre el periodo 2012-2013 utilizando el índice de productividad agrícola. Donde plantea que los resultados muestran una tendencia al alza durante el periodo de análisis, alcanzando en el 2013 un aumento de 11.67% respecto al 2012. Este comportamiento se ve influenciado por el incremento en el rendimiento de diez productos que concentran el 46% de la superficie cosechada a nivel del país. Los más destacados son los cultivos de cacao (30% con respecto al 2012) y maíz duro seco (40% con respecto al 2012).

6.2. Cultivo del maíz

La siembra de maíz duro seco en época de invierno corresponde a 276 385 ha, siendo las provincias más importantes por su aporte en superficie sembrada: Los Ríos 35,2%, Manabí 28,9%, Guayas 17,5 %, Loja 12,9% y Santa Elena 4,1%; mientras que la superficie estimada en época de verano es 45.969 ha, de los cuales Los Ríos presenta el 68,8%, Manabí 10 % y Guayas 16,3% con relación a la superficie total cultivada en época de invierno. (NAANDANJAIN IRRIGATION. 2011).

La dinámica de siembra del cultivo de maíz duro seco presenta una mayor superficie cultivada en la época de invierno favorecida por las condiciones climáticas, y esta disminuye drásticamente en verano. La superficie cultivada de maíz duro seco se ha incrementado, debido a los diferentes proyectos impulsados por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, en la cual tiene un peso importante los sistemas de riego establecidos.

La provincia de Manabí representa el 28,9% de la superficie total estimada de siembra de maíz duro seco de invierno, dentro de la cual los cantones con mayor superficie corresponden a Tosagua (13.551 ha) y Sucre (8.932 ha). Para el período de verano esta provincia representa el 10% de la superficie total, siendo los cantones con mayor superficie de maíz duro seco: Portoviejo (842 ha), Santa Ana (823 ha), Tosagua (765 ha) y Chone (765 ha). Existe una reducción del porcentaje de superficie sembrada de invierno a verano, evidenciándose que la presencia de lluvias en invierno propicia la siembra de maíz duro seco y en época de verano la falta de lluvias ocasiona que los agricultores no invierta en la siembra del cultivo por la marcada sequía que se presenta. (INEC 2015).

La palabra maíz es de origen indio caribeño, significa literalmente lo que sustenta la vida. Botánicamente, el maíz (*Zea mays*) pertenece a la familia de las gramíneas. El maíz (*Zea mays* L.), es considerado el tercer cultivo más importante del mundo, después del trigo y del arroz, debido a que se adapta ampliamente a las diversas condiciones ecológicas y edáficas, se lo cultiva en casi todo el mundo y se constituye, en alimento básico para millones de personas, especialmente en América Latina. En Ecuador, se cultiva tanto en la costa como en la sierra, siendo su producción un rubro importante para el sector agropecuario, no solo por la importancia socio-económica que representa su uso directo en la alimentación humana y animal, sino que este grano es la fuente principal en la fabricación de alimentos balanceados, con una demanda anual de aproximadamente 407.160 toneladas. (NAANDANJAIN IRRIGATION. 2011).

6.3. Características morfológicas y botánicas del maíz

Las raíces de la planta de maíz son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. Se caracteriza, por tener un tallo simple, erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, robusto y sin ramificaciones. Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. El maíz es una planta monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. (INFOAGRO. 2010).

6.4. Exigencias edafo-climáticas

El maíz requiere una temperatura de 25 a 30°C., bastante incidencia de luz solar y en aquellos climas húmedos su rendimiento es más bajo. Para la fructificación requiere temperaturas de 20 a 32°C (INFOAGRO, 2010). Se desarrolla en suelos preferiblemente francos, con buen drenaje y profundos. Con un pH de 5,6 a 7,0. (Villavicencio y Vásquez, 2008). Para que haya buen rendimiento, es indispensable que la humedad satisfaga la exigencia de la planta, la que se encuentra entre la capacidad de campo y el factor de agotamiento. Hay dos épocas en que el maíz necesita más agua: cuando está en su primera fase de crecimiento y cuando está en el tiempo de la floración y fructificación, (Tropicalcicis. 2009).

6.5. Siembra

La siembra se la puede realizar con espeques, en llano o en surcos. La separación entre hileras de 0.7 a 1m y la separación entre los golpes o sitios de las plantas de 20 a 25cm, dependiendo de las variedades, época de siembra, sistema de cultivo, sistema de riego entre otros factores. (Semicol, 2009).

6.6. Fertilización

El maíz, como todo cultivo requiere de suelos con buena fertilidad natural para desarrollarse y producir de acuerdo a su potencial genético. La fertilización se efectúa normalmente según los resultados del análisis del suelo y las características de la zona de plantación, por lo que no se sigue una fertilización rigurosa e igual en todas las zonas. No obstante se aplica poca cantidad de fertilizante en la primera época de desarrollo del cultivo hasta que las plantas tengan un número de 6 a 8 hojas. (Bonilla, N. 2008). El maíz requiere cerca de 20 -25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir por ejemplo 10.000 kg/ha de grano el cultivo debería disponer alrededor de 200-250 kg de nitrógeno. Esta cantidad sería la demanda para este nivel de rendimiento (INTA, 2012). Las dosis de nitrógeno incrementan los rendimientos del maíz hasta un límite, siendo la dosis de 240 kg/ha la que alcanza los más altos rendimientos, (Ciampitti y Vyn, 2011). COBOS, 2016 al evaluar

tres niveles de fertilización foliar con boro y zinc en el cultivo de maíz, encontró diferencia significativa en las variables altura de planta con alturas medias de 2,34 metros. (Chamba 2012), al evaluar el efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento del maíz criollo Manabí obtuvo plantas con alturas medias de 2.03 m, comparado con el testigo que solo alcanzó 1.89 m.

6.7. Densidad y distancia de siembra

La respuesta del rendimiento en grano por unidad de área al incremento en la densidad de plantas de maíz es de tipo óptimo. Mientras que el rendimiento por planta disminuye con el incremento en densidad, el rendimiento del cultivo se incrementa hasta un máximo de su producción a partir del cual los aumentos posteriores en el número de individuos lo reducen marcadamente. La densidad óptima es aquella que permite al cultivo alcanzar el máximo rendimiento en grano (Campodónico, 2012). El trabajo realizado por (Chila, 2015) cuando analizó el Efecto de la distancia de siembra en el comportamiento agronómico del Maíz, Híbrido 2B 604 en época de invierno en la zona de Quevedo, no encontró diferencia estadística para las diferentes poblaciones estudiadas, obtuvo las mayores alturas de plantas con marco de 0,50 X 0,30 m con un promedio de 2.18 m, logrando además la mayor altura de inserción de mazorca con 1.28 m. (Bonilla, N. 2008).

6.8. Necesidades hídricas del cultivo

El número y oportunidad de los riegos varían con el tipo de suelo y las condiciones climáticas, en ausencia de lluvias es necesario dar de 14 a 18 riegos durante el ciclo, al momento de la emergencia se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante. Durante la fase de floración que es el periodo más crítico, se aconsejan riegos que mantengan la humedad y permita una eficaz polinización y cuajado. Por último, para el engrosamiento y maduración de la mazorca se debe disminuir la cantidad de agua aplicada. (Cavero, J. 2012).

El manejo eficiente del agua de riego incluye los siguientes aspectos:

- Proporcionar humedad oportuna y suficiente al cultivo hasta la madurez fisiológica.
- Evitar la falta de agua especialmente entre la etapa de floración y de llenado de grano.
- Evitar pérdidas de suelo por arrastre del mismo durante el riego.
- Regar en forma uniforme toda la parcela, evitando encharcamiento o áreas sin riego.

6.9. Métodos de riego

En la actualidad se identifican dos métodos de riego, los que agrupan un conjunto de tecnología, que presentan características particulares, en función de sus componentes y formas de aplicar el agua, cuya selección depende de un conjunto de factores entre los que sobresalen: Consideraciones económicas, limitaciones topográficas, factores que dependen del cultivo, características que dependen del suelo. De acuerdo a la forma de conducción del agua, se identifican el riego superficial y el riego presurizados, (Fuentes, 2003; García 2009), Dentro del riego superficial las tecnologías por inundación y surcos son las ampliamente utilizadas en los principales cultivos, el riego por surco con una amplia utilización en los cultivos que se siembran en hileras, como es el caso del cultivo del maíz.

El método de riego presurizado incluye un conjunto de tecnologías con peculiaridades propias, tales como los sistemas de aspersión de cubrimiento total, los sistemas autopropulsados, las tecnologías localizadas, ya sea por medio de la microaspersión o goteo. Todas estas tecnologías pueden ser empleadas en el cultivo del maíz, sin embargo su utilización depende entre otros factores como es el caso de la tecnología de riego por surcos que se emplea cuando no se dispone del capital necesario para utilizar otros sistemas de riego sofisticado. (Otal, 2012).

6.10. Riego localizado

Las tecnologías de riego localizado o por goteo, va abriéndose paso de forma vertiginosa en cultivos como caña, plátano, maíz, entre otros debido el conjunto de ventajas que posee comparado con el riego por surcos o por aspersión. (PEÑAFIEL, 2015). El riego por goteo es un método localizado donde el agua es aplicada en forma de gotas a través de emisores.

6.11. Ventajas del riego localizado

1. Disponible en tamaños pequeño.
2. El agua puede aplicarse de manera lenta y regular.
3. Ahorro de agua comparado con la tecnología de riego por surcos
4. Reducción en los costos de mano de obra.
6. Se puede utilizar en terrenos de ladera.
7. Diversificación de la producción.

6.12. Componentes del sistema de riego por goteo

El sistema de riego por goteo consta de los siguientes elementos según (García 2009). Cabezal de riego, línea de conducción, línea principal o línea madre, válvulas, cinta de goteros. Además constan de conectores y accesorios, los cuales tienen la función del almacenamiento, conducción y distribución del agua dentro de las parcelas regables.

6.13. Importancia del riego localizado

Otal (2012), en experiencias del riego localizado superficial y enterrado en cultivos intensivos en la comunidad de regantes de Aragón, España, considera al riego por goteo en el cultivo del maíz, como una tecnología viable, donde en suelo con problemas de fertilidad y salinidad experimentó mejoras con respecto a otras tecnologías de riego. Por su parte, (León, *et al* 2016) no encontraron diferencia significativa en los componentes de altura de las plantas a los 60 y 90 días cuando evaluaron el efecto de variante de riego en la producción de maíz en la comuna río verde, cantón Santa Elena, en tratamientos con camellón de 1,5 metros de ancho 20 metros de largo a doble hilera de cultivo por camellón; riego por goteo con una línea de riego por cama y goteros cada 0,3 m y caudal de 1,6 L/h.

6.14. Características del híbrido AGRI-104

Los días de emergencia a cosecha de grano: Son 130, Días a floración femenina: 51, Altura de la planta: 230 cm, Madurez fisiológica: 148 días, Color de la semilla: Amarillo, Relación grano/mazorca: 85 g, Resistencia al volcamiento: muy buen porcentaje de la tusa: 18-20 %, (SEMICOL, 2009). Tiene un desempeño sobresaliente, así como altos contenidos de betacarotenos, presenta tolerancia a la sequía y buen comportamiento en suelos salinos, ofreciendo competitivos porcentajes de producción. AGRI-104 tiene una mayor tolerancia al volcamiento y a las enfermedades del complejo Mancha de Asfalto (TROPICALCIS, 2009) se destaca el híbrido AGRI-104, en climas cálidos y cálidos-medios.

Este híbrido es de alta producción, recomendado para zona de verano o invierno es tolerante a estrés hídrico, a cinta roja, y es de grano grande cristalino y amarillo, recomendando 45.000 planta por hectárea, con un distanciamiento de siembra de 90 x 25cm (1 semilla por sitio) 90 x 50cm (2 semilla por sitio).

VII. DISEÑO METODOLÓGICO

7.1. UBICACIÓN

La investigación tuvo lugar en el campus experimental perteneciente a la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la Parroquia Lodana, del cantón Santa Ana, provincia de Manabí, Ecuador, localizada en las coordenadas geográficas 01° 09' 51" de latitud norte y los 80° 23' 24" de longitud oeste, a una altitud de 60 msnm. (INAMHI, 2015). En el período comprendido de julio a diciembre del 2016.

7.2. FACTORES A EVALUAR (Variables independientes)

1. Marco de plantación
2. Profundidad de siembra

7.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se desarrollará dos experimentos completamente al azar, se estudiarán dos factores y tres niveles por factor, para un total de 6 tratamientos con tres repeticiones.

Experimento 1

Se desarrollará un experimento en el que se estudiarán tres marcos simples y dos profundidades de siembra.

Marco de plantación simple

1. Marcos de plantación 1: 0,40 m entre hileras de plantas y 0,30 m entre plantas.
2. Marco de plantación 2: 0,70 m entre hileras de plantas y 0,30 m entre plantas.
3. Marco de plantación 3: 0,90 m entre hileras de plantas y 0,30 m entre plantas.

Profundidad de siembra

1. En superficie, sembrado con espeque, con hoyos a 5 cm.
2. Con surcos de 15 cm de profundidad, y espeque con hoyos a 5 cm.

Experimento 2

Se desarrollará un experimento en el que se estudiarán tres marcos dobles de plantación y dos profundidades de siembra.

Marco de plantación doble

1. Marcos de plantación 1: 0,70 m x 0,20 m x 0,30 m (distancias para pasillo ancho, hilera estrecha y distancia entre plantas).
2. Marco de plantación 2: 0,70 m x 0,30 m x 0,30 m (distancias para pasillo ancho, hilera estrecha y distancia entre plantas).
3. Marco de plantación 3: 0,70 m x 0,40 m x 0,30 m (distancias para pasillo ancho, hilera estrecha y distancia entre plantas).

Profundidad de siembra

1. En superficie, sembrado con espeque, con hoyos a 5 cm.
2. Con surcos de 15 cm de profundidad, y espeque con hoyos a 5 cm.

7.4 . CARACTERÍSTICAS DE LOTES EXPERIMENTALES

Experimento 1

Total de plantas por ha, de acuerdo con los marcos de plantación

Marco 1: 75 757 pl/ha.

Marco 2. 43 290 pl/ha.

Marco 3. 33 670 pl/ha.

- | | |
|--|----------------------------------|
| a) Total de Unidades Experimentales | 18 |
| b) Tamaño del área experimental | (9 m x 25m= 225 m ²) |
| c) Área de la unidad experimenta | 9 m ² |
| d) Número de hileras por tratamientos: | 4 |
| e) Número de hileras útiles: | 2 |
| f) Efecto borde del lote: | Se eliminará 1 m por cada lado |
| g) Muestreo de plantas por réplicas | 10 unidades |
| h) Muestreos plantas por tratamientos: | 30 plantas |

Experimento 2

Total de plantas por ha, de acuerdo con los marcos de plantación

Marco 1: 67340 pl/ha.

Marco 2: 60 606 pl/ha.

Marco 3: 49 140 pl/ha.

a) Total de Unidades Experimentales	18
b) Tamaño del área experimental	(9 m x 25m= 225 m ²)
c) Área de la unidad experimenta	9 m ²
d) Número de hileras por tratamientos:	6
e) Número de hileras útiles:	2
f) Efecto borde del lote:	Se eliminará 1 m por cada lado
g) Muestreo de plantas por réplicas	10 unidades
h) Muestreos plantas por tratamientos:	30 plantas

VIII. MANEJO AGRONÓMICO

8.1. Delimitación de las parcelas experimentales

De acuerdo con el diseño experimental y las variables en estudio, se realizó la delimitación de las parcelas, para el establecimiento de los tratamientos y réplicas según se describió en las características de los lotes experimentales.

8.2. Propiedades hidrofísicas del suelo

En la (Tabla 1) se relaciona las propiedades hidrofísicas del suelo donde se lleva a cabo la investigación. Se determinaron los valores de capacidad de campo y densidad aparente.

Para la determinación de la capacidad de campo y densidad aparente se utilizó la metodología descrita por (Fuente 2003). Con los valores obtenidos se determinaron la necesidad hídrica del cultivo. El factor de agotamiento y el límite productivo se consideró el 85% de la Cc teniendo en cuenta el tipo de cultivo y la tecnología del riego.

Tabla 1. Propiedades hidrofísicas del suelo

DATOS DEL SUELO	
PARÁMETRO	VALORES
Tipo de suelo	Franco arcilloso
Capacidad de campo (% del Pss)	35
Punto de marchitez (% del Pss)	17
Densidad aparente (g/cm ³)	1,25
Límite productivo	85 de la Cc

8.3. Propiedades físico y químico del suelo

Para determinar las propiedades físicas y químicas del suelo se tomaron muestra de suelo de 5 puntos de la parcela de estudio, las mismas fueron mezcladas, tomando una muestra la

cual fue llevada al laboratorio de suelo, foliares y agua de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del agro-AGROCALIDAD a la que se le determinaron los parámetros físicos y químicos que se relacionan en la (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros físicos y químicos del suelo obtenidos a través de las normativas recomendadas por la Agencia de AGROCALIDAD.

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	VALORACIÓN
pH	-----	6,79	Prácticamente Neutro
Materia orgánica	%	2,01	Bajo
Nitrógeno	%	0, 10	Bajo
Fosforo	Ppm	24,4	Alto
Potasio	Cmol/kg	1,40	Alto
Calcio	Cmol/kg	15,10	Alto
Magnesio	Cmol/kg	5,55	Alto
Hierro	Ppm	23,3	Medio
Manganeso	Ppm	3,34	Bajo
Cobre	Ppm	3,24	Medio
Zinc	Ppm	-1,60	Bajo

8.4. Propiedades físico y químico del agua

Para el análisis de las propiedades físico y químico del agua se tomó una muestra de la misma del canal utilizado para el riego del maíz la cual se envió a analizar por AGROCALIDAD los resultados del análisis y caracterización del agua se plasmas en la (Tabla 3).

Tabla 3. Propiedades físico y químico del agua del canal utilizado para el riego del maíz según el análisis de AGROCALIDAD

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS	VALORACIÓN
pH	-----	7,66	Neutro
Conductividad eléctrica	ds/m	0.273	Sin restricción
Alcalinidad total	MgCaCo ³ /L	120	-----
Carbonatos	MgCaCo ³ /L	40	-----
Bicarbonatos	MgCaCo ³ /L	80	Sin restricción
Cloruros	Meq/l	0,20	Sin restricción

8.5. Preparación del terreno

Para la preparación del suelo donde se realizó la investigación se llevaron a cabo las siguientes labores: Arado y rastrado, lo que permitió obtener un suelo uniforme sin pendiente, desmenuzado en un gran porcentaje con el fin de que haya un eficiente drenaje, evitando que se produzca encharcamiento.



8.6. Medición del terreno

Después que se realizó la preparación del suelo se procedió a la demarcación de la parcela en estudio para ambos experimentos, así como el trazado de cada una de las unidades experimentales según el diseño utilizado.

8.7. Cuadre del terreno y tendido de mangueras

A partir del día 25 de julio se realizó el cuadrado del terreno, según el diseño experimental, el día siguiente se instalaron las cintas laterales, de acuerdo con los tratamientos en estudio. Los componentes del sistema se encontraban en buen estado, garantizando una eficiencia en la explotación del sistema de riego, así como garantizando una distribución uniforme en los caudales de entrega según la dosis calculada.



8.8. Siembra

La siembra del maíz se la realizó el 29 de julio del 2016. A dos semillas por hoyo a una distancia de 30cm entre plantas para los dos experimentos tanto en superficie de 5cm como a la profundidad 20cm; 15cm de profundidad de la zanja + 5cm del espeque. Y la distancia entre hileras fue de acuerdo al diseño experimental planteado. Para el primer experimento fue de 0,40m; 0,70m; 0,90m a una hilera por manguera y para el segundo experimento fue de 0,20m; 0,30m y 0,40m entre hileras a una sola manguera en medio de las dos hileras. Y entre pasillos de 0,70m para las tres distancias del segundo experimento. Después de haber emergido la semilla del maíz se la raleo dejando una sola planta por gotero.



8.9. Riego.

Para el manejo del riego se tuvieron en cuenta los factores agroclimáticos los cuales son la base para la determinación de las necesidades hídricas de los cultivos, para la realización de la programación teórica y práctica del riego se utilizaron los datos climáticos de la estación meteorológica la teodomira comprendidos entre los años 2005 al 2016.



Tabla 4. Datos climáticos de la estación la teodomira comprendidos entre el 2005 al 2016.

DATOS CLIMÁTICOS													
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
Temperatura													
Máxima	30,6	30,7	31,5	31,6	30,8	29,8	29	29,7	30,9	31	30,9	31	31,7
Temperatura													
Mínima	22,7	22	23,29	22,9	22,6	21,8	21,5	21,5	21,6	20,9	20,9	21,7	21,9
Humedad													
Relativa	81	81	81	82	81	82	81	79	77	76	74	77	79
Precipitación	140	165,8	180,6	151,6	50,02	15,9	15,2	1,76	1,37	1,89	1,17	51,98	64,82
Evaporación	114,9	78,41	137,2	140,5	137,86	127	138	155,8	155	160,9	152,9	142,8	136,971
Velocidad del													
viento	0,77	0,74	0,72	0,63	0,92	0,79	0,80	0,92	1,2	1,00	1,03	1,03	0,88
Horas luz	79,14	111	126,2	126,4	115,29	86	103	109,8	125	114,9	104,6	95,89	108,20

❖ Características del sistema del riego

Se utilizó un sistema de riego presurizado con tecnología de riego por goteo, las cintas de goteros fueron colocadas según el diseño experimental y los tratamientos estudiados. Los goteros se encontraban distanciados a 0,15m.

❖ Programación y ejecución del riego

Para la programación y ejecución de riego se tuvieron en cuenta los factores agroclimáticos tales como: cultivo, suelo, clima, los cuales de conjuntos con el sistema de riego permitieron la programación y ejecución del mismo durante el ciclo biológico.

Con los parámetros agroclimáticos que se relaciona en la **(Tabla 5)** se calcularon las normas o dosis parciales, las normas brutas que se le entrego al cultivo en cada una de las etapas de desarrollo del mismo.

Para el cálculo en los tiempos de riego se realizó la evaluación del sistema donde se determinó el caudal en L/h así como el coeficiente de uniformidad.

Para el cálculo de las normas parciales o dosis de riego para cada una de las etapas de desarrollo del cultivo se aplicó la formula $Mnp=10 \times H \times Da(*Cc-Lp)$ (L/m²). Con las normas netas parciales calculadas y la evapotranspiración del cultivo por etapas la que se obtuvo a partir de la evapotranspiración de referencia la cual se determinó mediante el paquete estadístico StatGraphics Centurión XVI v16.1.18 y los datos climáticos de la estación meteorológica de la Teodomira.

Dosis bruta para el cálculo de la dosis bruta se consideró una eficiencia (d), del sistema del 90% al tratarse de un riego localizado la misma se calculó con la formula $Mbp=Mnp/d$

Para el cálculo del tiempo de riego se realizó la evaluación del sistema con el objetivo de conocer el caudal de entrega de los emisores.

El tiempo de riego se determinó a partir de la relación del volumen de agua que necesita cada hilera de plantación en función del marco de plantación y el volumen de agua que recibió en función del caudal del gotero y el número de gotero por metro lineal de lateral.

En la **(Tabla 5)** se relaciona los parámetros utilizados así como los resultados obtenidos de la aplicación del riego durante el periodo que duró el experimento.

Tabla 5. Parámetros de riego según las etapas de desarrollo del cultivo.

PARAMETROS PARA EL MANEJO DE RIEGO	
H (mm)	0,10

Kc	0,90
Cc (%pss)	35
Da (gr/cc)	1,25
Lp (%pss)	90
Mp (l/m ²)	3,50
Mb (l/m ²)	3,80
ETo(ml/dia)	3,15
ETc(ml/dia)	1,98
Ir(días)	2
Tr (h)	0,33
Nr	40
Volumen bruto total en litros para un metro cuadrado.	70

8.10. Fertilización fue conducida de acuerdo con el instructivo técnico del cultivo del maíz.

De acuerdo al análisis del suelo descrito en la (Tabla 2). Se determinó la fertilización del maíz en su totalidad la cual se la realizó foliarmente se realizaron 3 aplicaciones durante todo su ciclo. La primera se la realizo a los 10 días después de la emergencia utilizando Evergreen y urea en dosis de 25cc de Evergreen + 1 libra de urea/bombada de 20 litros.



La segunda aplicación se la realizo a los 25 días después de la emergencia utilizando Cytokin y urea en dosis de 25cc de Cytokin + 2 libra de urea/bombada de 20 litros.

La tercera aplicación y ultima se la realizo a los 40 días después de la emergencia utilizando 40cc de Evergreen + 3 libras de urea + ¼ de yaramila complex /bombada de 20 litros.

En cada una de las aplicaciones realizadas se fueron tres bombadas de agua de 20 litros en toda el área experimental. Constituyendo la urea el principal fertilizante que utilizamos en

todo el ciclo del maíz, así como en cantidad y aplicaciones realizadas, utilizando una dosis de 4,40 gramo de urea/pl. durante el ciclo del cultivo.

Esto iría entre 333 kg/ha para la densidad de siembra de 75 757 pl. /ha, hasta 148 kg/ha para una densidad de siembra de 33 670 plantas/ha.

Control fitosanitario

Insectos

La presencia de insectos durante el transcurso del desarrollo del cultivo se reflejó en dos partes en la etapa de inicio del cultivo a los 15 días y en la etapa final del mismo a los 36 días después de la emergencia; lo cual el único insecto que se presentó fue el cogollero del maíz (*Spodoptera frugiperda*) y el producto químico que utilizamos para su control fue Solaris (Spinetoram) en dos aplicaciones diferentes. Para la primera aplicación se utilizó 20cc por bombada de 20 litros de agua aplicando dos bombadas en todo el área experimental.

Para la segunda aplicación se realizó una mezcla sólida mezclando 4 libras de arena con 20cc de Solaris (Spinetoram) la que se aplicó en todo el área sembrada.



Enfermedades

Las enfermedades causadas por la bacteria *Dickeya zeae*. Córdoba et al. 1999 (Syn *Erwinia chrysanthemi* pv. *Zeae*) conocida como pudrición acuosa del tallo, se presentó a los 20 días después de la emergencia y fue el principal problema del cultivo desde el punto de vista fitosanitario presentado en todas las etapas del cultivo, el cual fue controlado realizando tres aplicaciones a los 20, 28 y 36 días después de la emergencia con Phyton (Sulfato de cobre pentahidratado) mezclado con Aqualist que es coadyuvante no-iónico dispensable para que el producto sea adherido con mayor facilidad a las plantas. La dosis que se utilizaron fueron de 30cc de Phyton+ 7cc de Aqualist/bombada de 20 litros de agua, aplicándose 3 bombadas de 20 litros de agua por cada aplicación.



Malezas

La labor del desmalezado se lo realizo manualmente, con machete o azadón cada 15 días para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes; también así se evitó, que las malezas sean hospederos de insectos plagas que pueden dañar el cultivo.

Se realizaron 6 desmalezadas y 2 conteos de la misma las cuales fueron a los primeros 20 y 50 días después de la emergencia del maíz, todas las otras desmalezadas se realizaron cada 15 días; desde los 20 hasta los 95 días después de la emergencia del maíz. Observando que la



mayor cantidad de malezas que predominaban en el área de investigación eran de la familia Liliopsida, Magnoliopsidas y ciperáceas esto se reflejó en los dos experimentos pero solo en la parte que no se le hizo arropo predominaban estas malezas en las dos tomas de datos a los

20 y a los 50 días después de la emergencia del maíz. En cuanto a las malezas que predominaban se encontraban las siguientes: Pasto Jonhson (*Sorghum halapense*), Paja flaca (*Leptochloa filiformis*), Coquito (*Cyperus rotundus*), Bledo manso (*Amaranthus dubius*), Bejuco o enredadera (*Ipomoea* sp), Verdolaga (*Portulaca oleraceae*) y lechecilla (*Euphorbia hirta*).

IX. VARIABLES EVALUADAS

Dentro de las variables evaluadas se encuentran las relacionadas con el comportamiento del riego, entre ellas el bulbo húmedo y el desarrollo radicular de la zona del bulbo húmedo así como las variables morfofisiológicas de respuesta del cultivo entre ellas la altura de la planta, diámetro del tallo, número y longitud de hojas, los distintos muestreos fueron en distintos montos del ciclo biológico del cultivo.

9.1. Bulbo húmedo

Se realizaron calicatas al azar en medio de los tratamientos a razón de una calicata por tratamiento, para un total de 6 por cada experimento para un total de 12 en toda la investigación. Con un flexómetro se midió el cono de humedecimiento alcanzado tanto en el eje horizontal como vertical descrito por el gotero el mismo se efectuó 24 horas posteriores a la ejecución del riego.



9.2. Desarrollo del sistema radicular

Se realizaron calicatas al azar en medio de los tratamientos a razón de una calicata por tratamiento, para un total de 6 por cada experimento para un total de 12 en toda la investigación. Las excavaciones se realizaron alrededor de las plantas hasta la profundidad que alcanzaban las raíces; con un flexómetro se midieron las longitudes alcanzadas por las mismas tanto en el eje vertical como horizontal, así como la determinación de la zona en la que se concentraba el mayor porcentaje de raíces.



9.3. Diámetro del tallo

Se realizó con la ayuda de un calibrador de vernier, en la parte más prominente de todos los tallos de las plantas seleccionadas en cada parcela a los 15, 30, 45 y 60, días después de la emergencia.



9.4. Altura de la planta

La altura de las plantas se tomó con la ayuda de un flexómetro desde el nivel o base del suelo, hasta la parte apical de la última hoja que ha salido del tallo, a los 15, 30, 45 y 60, días después de la emergencia.

9.5. Número de hojas

Se realizó el conteo del número de hojas, a los 15, 30, 45 y 60, días después de la emergencia.



9.6. Longitud de hojas

Se midió la longitud de las hojas con el empleo de una cinta métrica desde la inserción de la hoja con el tallo hasta el final de la misma en el centro de la planta a los 45 días después de la emergencia.



9.7. Altura de la flor masculina

Se midió la altura de la flor masculina con la ayuda de un flexómetro a partir de la última hoja hasta la parte final de la misma, lo cual se realizó a los 60 días después de la emergencia.



9.8. Altura de la flor femenina

La altura de la flor femenina se tomó desde la base del suelo, hasta la inserción de la mazorca, lo cual se realizó a los 60 días después de la emergencia.

El análisis de varianza (ANOVA) se hizo con el paquete estadístico StatGraphics Centurión XVI v16.1.18 y para las pruebas de significación se utilizó Tukey al 95%. Confiabilidad.



X. RESULTADOS

10.1. Bulbo húmedo

En la **Tabla 6.** Se realizan el comportamiento del bulbo húmedo en el muestreo realizado durante el desarrollo del cultivo, en cada uno de los tratamientos estudiados y por ambos experimentos, en el experimento 1 se observa que el área del cono humedecido estuvo matizada por la longitud alcanzada a ambos lados de la cinta de gotero y en la profundidad alcanzada por el agua en la zona humedad, en el análisis con respecto a la profundidad no se encontró diferencia significativa en la zona izquierda de la cinta, sin embargo en la profundidad hubo una mayor diferencia significativa en la profundidad en superficie comparada con la profundidad. Estas diferencias pueden estar dadas por características del suelo y la entrega de agua de los goteros en los muestreos, pues aquellas zonas analizadas con respecto a la profundidad de siembra no evidencian un comportamiento proporcional entre el suelo que fue arropado y el no arropado.

Con respecto a la influencia del marco de plantación en los efectos del bulbo húmedo se encontró diferencia significativa para las tres variables evaluadas. Tampoco se evidencia que

el marco de plantación estudiado tenga una incidencia directa en los resultados obtenidos sin embargo se observa que para el marco 0,30m x 0,70m mostro un mayor cono en sentido horizontal en ambos lados en la cinta de riego sin lo comparamos con el marco de 0,30 x 0,90 este mostro un mejor comportamiento en cuanto a profundidad humedecida que el bulbo alcanzado horizontalmente comparado con la cinta a 0,70m. Estos resultados pueden estar dados más por el efecto del suelo y el comportamiento del sistema de riego que por las distancias entre las cintas de riego.

Los resultados obtenidos no evidencian que puede haber un traslape entre los conos de humedecimiento para los diferentes cono estudiados.

COMPORTAMIENTO DEL CONO DE HUMEDECIMIENTO

Experimento I

Tabla 6. COMPORTAMIENTO DEL BULBO HUMEDO EN EL EXPERIMENTO 1

Efectos individuales/ interacción	Longitud del bulbo húmedo lado izquierdo	Profundidad del bulbo húmedo	Longitud del bulbo húmedo lado derecho
Profundidad			
A	0,24	0,29 ^a	0,25 ^a
B	0,25	0,25b	0,24b
Error estándar	0,006	0,005	0,005
Marcos m			
1	0,24b	0,25b	0,25b
2	0,28 ^a	0,24b	0,28 ^a
3	0,22b	0,33 ^a	0,21c
Error estándar	0,007	0,007	0,007

INTERACCION			
A-1.1	0,24	0,25bc	0,25b
A-2.2	0,28	0,25bc	0,3a
A-3.3	0,21	0,38 ^a	0,21c
B-1.4	0,25	0,26b	0,25ab
B-2.5	0,28	0,23c	0,27ab
B-3.6	0,23	0,28b	0,21c
Error estándar	0,10	0,01	0,002

Los resultados del bulbo húmedo en el segundo experimento en el análisis con respecto a la profundidad solo manifestó diferencia significativa en el análisis con respecto al bulbo húmedo al lado izquierdo con respecto a la cinta de gotero sin embargo en las demás mediciones realizadas no evidencio diferencias significativas con respecto a la influencia del marco en el bulbo de humedecimiento tampoco se muestra un comportamiento que resalte la influencia de esto en el comportamiento de humedecimiento, no se observa a pesar de que se obtuvo diferencia significativa entre los marcos los valores obtenidos cambian en distintamente sin que se observe el efecto directo del marco de riego, se observa que la mayor distancia a 0,90 m se obtuvo en el lado izquierdo sin embargo la menor profundidad de humedecimiento se obtuvo en el marco de 0,40 m por lo que no se puede plantear que a una mayor longitud horizontal se obtuvo un mayor comportamiento que a una menor longitud vertical, comportamiento similar se observa cuando analizamos las interacciones lo que demuestra que no sigue un patrón para los conos de humedecimiento en ambos sentidos de la cinta y en la profundidad.

Experimento II

Tabla 7. ANÁLISIS DEL BULBO HÚMEDO SEGUNDO EXPERIMENTO

Efectos individuales/ interacción	Longitud del bulbo húmedo lado izquierdo	Profundidad del bulbo húmedo	Longitud del bulbo húmedo lado derecho
Profundidad			

A	0,4 ^a	0,16	0,28
B	0,29b	0,17	0,28
Error estándar	0,005	0,06	0,005
Marcos m			
1	0,33b	0,15ab	0,35a
2	0,31c	0,18b	0,32b
3	0,4 ^a	0,17 ^a	0,32b
Error estándar	0,0006	0,007	0,006
INTERACCION			
A-1.1	0,45a	0,15	0,32b
A-2.2	0,3c	0,17	0,18d
A-3.3	0,45 ^a	0,18	0,35 ^a
B-1.4	0,22d	0,15	0,3b
B-2.5	0,32c	0,2	0,26c
B-3.6	0,35b	0,17	0,3b
Error estándar	0,009	0,01	0,009

10.2. Desarrollo del sistema radicular

El comportamiento al sistema radicular se analiza en la **Tabla 8**. Se observa que en el análisis individual del experimento 1 se obtuvo diferencia significativa para las profundidades en estudio tanto en la longitud de las raíces alcanzadas en ambos lados de la cinta, en el lado izquierdo con arroyo las raíces crecen más que en el lado derecho sin arroyo que hubo una diferencia significativa. Mientras que en profundidad el mayor crecimiento lo tuvo la parte que se le hizo el arroyo. En cuanto a el marco el mayor desarrollo radicular tanto del lado izquierdo como el lado derecho lo tuvo el marco 0,70m en cambio en lo que concierne a la profundidad radicular lo tuvo 0,90 m. la interacción no influencia una tendencia a la profundidad de la raíces a ambos lados de la cinta y en sentido vertical de las mimas.

Comportamiento de las raíces

Experimento I

Tabla 8. ANÁLISIS DE LA PROFUNDIDAD DE LAS RAÍCES DEL MAÍZ

Efectos individuales/ interacción	Longitud de las raíces lado izquierdo	Profundidad de las raíces	Longitud de las raíces lado derecho
Profundidad			
A	0,24b	0,14b	0,21
B	0,33 ^a	0,15 ^a	0,19
Error estándar	0,006	0,04	0,009
Marcos m			
1	0,22b	0,13b	0,19c
2	0,33 ^a	0,14b	0,23 ^a
3	0,31 ^a	0,16 ^a	0,18b
Error estándar	0,008	0,005	0,001
INTERACCION			
A-1	0,22c	0,13c	0,22b
A-2	0,26b	0,14c	0,26 ^a
A-3	0,25b	0,15b	0,15c
B-1	0,23bc	0,13bc	0,17bc
B-2	0,4 ^a	0,15b	0,2b
B-3	0,38 ^a	0,18 ^a	0,22b
Error estándar	0,001	0,007	0,01

En la **Tabla 9.** Se observa el comportamiento del desarrollo radicular de la planta en el segundo experimento analizado con respecto al cono de humedecimiento a ambos lados de la cinta y en sentido vertical. En el análisis individual de los factores en estudio no se observa una tendencia similar en cada una de las variables estudiadas por cuanto el desarrollo de las raíces tanto en el sentido horizontal a ambos lados de la cinta de riego así como en la profundidad fue diferente en una u otra variable.

Con respecto al marco de plantación se observa que el tratamiento de surcos dobles a 0,30m x 0,40m x 0,70m evidencio el mayor desarrollo radicular en el lado derecho e izquierdo mostrando diferencia significativa con el resto de los tratamientos.

El análisis de las interacciones arrojó diferencias significativas entre los tratamientos en estudio alcanzándose las mayores longitudes radiculares en el tratamiento de la siembra en superficie y el marco de plantación 0,30m x 0,40m x 0,70m.

Experimento II

Tabla 9. ANÁLISIS DE LA PROFUNDIDAD DE LAS RAÍCES DEL MAÍZ

Efectos individuales/ interacción	Longitud de las raíces lado izquierdo	Profundidad de las raíces	Longitud de las raíces lado derecho
Profundidad			
A	0,4a	0,16b	0,28
B	0,29b	0,18 ^a	0,28
Error estándar	0,004	0,004	0,005
Marcos m			
1	0,33b	0,15b	0,31a
2	0,31c	0,19 ^a	0,22b
3	0,4 ^a	0,17 ^a	0,32 ^a
Error estándar	0,005	0,005	0,007
INTERACCION			
A-1.1	0,45a	0,15c	0,32ba
A-2.2	0,3c	0,17b	0,18c
A-3.3	0,45 ^a	0,18b	0,35b
B-1.4	0,22d	0,15c	0,3ba
B-2.5	0,32c	0,22 ^a	0,26b
B-3.6	0,35b	0,17 ^{ab}	0,13c
Error estándar	0,008	0,08	0,001

En el análisis integrador del cono de humedecimiento y el sistema radicular según los resultados obtenidos en ambos experimentos la longitud alcanzado en el lado izquierdo del experimento 1 osciló entre 0,28m y 0,21m y al lado izquierdo entre 0,30m y 0,21m, sin embargo en el experimento 2 se obtiene valores entre 0,45m y 0,22m para lado izquierdo y entre 0,35m y 0,18m al lado derecho estos valores arrojaron medias de 0,25m en el experimento 1 y 0,35m para el experimento 2 y para el lado derecho entre 0,25m y 0,29m en cuanto a las profundidades humedecidas estuvieron entre 0,27m y 0,17m. El crecimiento de la masa radicular del cultivo tuvo un comportamiento medio entre 0,29m hacia a lado izquierdo en el experimento 1 sin embargo hacia el lado derecho la media osciló entre 0,20m y 0,26m y las profundidades entre 0,15m y 0,17m.

Los resultados evidencian que los conos de humedecimiento alcanzado en experimento 1 y el experimento 2 fueron de 0,60m y 0,64m respectivamente y profundidades humedecidas entre 0,17m y 0,27m y la masa radicular alcanzo longitudes radiculares en sentido horizontal entre 0,69m y 0,61m para el experimento 1 y dos respectivamente con crecimiento vertical entre 0,15m y 0,17m lo que demuestra con el régimen de riego aplicado que garantizaron las dosis de entregas así como los tiempos de riego y los intervalos establecidos se garantizaron una zona humedecida óptima para el desarrollo de las plantas en ambos experimento y según los tratamientos estudiados.

EXPERIMENTO 1

10.3. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 15 días después de la siembra del maíz.

En la **Tabla 10**. Se analiza el comportamiento de las variables analizadas AP, DT y NH, a los 15 días después de la siembra del maíz. En lo referente a las variables analizadas no se observó diferencia significativas en la altura de las plantas referentes a la profundidad de siembra sin embargo se observa que las variables diámetro de tallo y número de hojas presentaron diferencias significativas entre las profundidades de siembra estudiada mostrando un mejor comportamiento las plantas sembradas en superficie.

Con respecto al marco de plantación no se encontró diferencia significativa entre los tratamiento estudiados en el análisis de las interacciones la variable altura de planta solo

mostro diferencia significativa el tratamiento 3 con respecto al resto de los tratamientos el cual mostro una menor altura.

Tabla 10. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 15 días después de la siembra del maíz.

Efectos individuales/ interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo	Número de hojas
Profundidad			
A	23,65	2,58 a	4 a
B	24,42	2,06 b	5 b
Error estándar	0,48	0,077	0,05
Marcos m			
1	24,6	2,40	5
2	24	2,32	5
3	23,51	2,24	5
Error estándar	0,59	0,095	0,069
INTERACCION			
A-1.1	25,06 a	2,55	4,93
A-2.2	23,93 a	2,61	4,93
A-3.3	21,96 b	2,53	4,96
B-1.4	24,13 a	2,21	4,8
B-2.5	24,06 a	2,03	4,66
B-3.6	25,06 a	1,94	4,83
Error estándar	0,83	0,13	0,098

10.4. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 30 días después de la siembra del maíz.

En la **Tabla 11.** Se analiza el comportamiento de las variables analizadas AP, DT y NH, a los 30 días después de la siembra del maíz. En lo referente a las variables analizadas

no se observó diferencia significativas en la altura de las plantas referentes a la profundidad de siembra sin embargo se observa que las variables diámetro de tallo y número de hojas presentaron diferencias significativas entre las profundidades de siembra estudiada mostrando un mejor comportamiento las plantas sembradas en superficie en lo referente al diámetro del tallo con una media 15,53mm y 9 hojas por planta.

Con respecto al marco de plantación se encontró diferencia significativa entre las medias de los tratamiento estudiados las plantas cultivadas en el marco 2 y 3 presentaron valores superiores en la variable diámetro del tallo comparado con el marco 1 en el análisis de las interacciones no se encontró diferencia significativa entre las medias de las variables de los tratamientos estudiados.

Tabla 11. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 30 días posteriores a la siembra

Efectos individuales/ interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo	Número de hojas
Profundidad			
A	50,11	15,53 a	9 a
B	49,83	12,84 b	8 b
Error estándar	0,62	0,26	0,084
Marcos m			
1	49,58	13,48 b	9
2	51,1	14,52 a b	9
3	49,23	14,62 a	9
Error estándar	0,75	0,32	0,10
INTERACCION			
A-1	48,5	13,93	9
A-2	52,26	16,61	9
A-3	45,56	16,18	9

B-1	50,66	13,03	8
B-2	45,53	12,43	8
B-3	48,98	13,06	8
Error estándar	1,07	0,45	0,14

10.5. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH y LH a los 45 días después de la siembra del maíz.

En la **Tabla 12** se plasma el comportamiento de las variables estudiadas AP, DT, NH y LH a los 45 días después de la siembra del maíz. En lo referente a las variables observadas se observó diferencia significativas en la altura de las plantas referentes a la profundidad de siembra evidenciando que las plantas sembradas en profundidad a 0,20m y que recibieron arropo mostraron una mayor altura con respecto a las plantas sembradas en superficie, lo cual puede estar dado por un mejor uso del agua, un mejor comportamiento del sistema radicular, mayor anclaje de las raíces mayor disponibilidad de agua comparada con las plantas que se desarrollaron en superficie.

Con respecto a los marco de plantación estudiados el análisis estadístico del efecto individual de este factor demostró diferencia significativa entre las medias de las variables estudiadas como fueron altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, presentando el mejor comportamiento el marco 0,30m x 0,90m lo cual puede estar dado por un comportamiento fisiológico de las plantas al existir menos competencias por los factores climáticos al presentar este tratamiento una menor densidad de plantación.

El análisis de las interacciones de muestran que las plantas que crecieron en los tratamientos que corresponden con la profundidad de siembra de 0,20m mostraron la mejores medias en las variables altura de planta y diámetro del tallo comparados con la media de aquellas plantas que fueron sembradas en superficie lo cual puede estar dado por las razones antes descritas asociadas a un mejor uso del agua y de los nutrientes en el suelo.

Tabla 12. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH y LH a los 45 días posteriores a la siembra.

Efectos individuales/ interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo	Número de hojas	Longitud de hoja
Profundidad				
A	117,12 b	20,80	12	87,50
B	128,71 a	21,12	12	88,37
Error estándar	1,51	0,25	0,09	0,88
Marcos m				
1	112,05 b	18,43 c	11 b	82,83 b
2	127,23 a	21,61 b	12 a	91,32 a
3	129,46 a	22,84 a	12 a	85,66 a
Error estándar	1,85	0,31	0,11	1,08
INTERACCION				
A-1.1	103,03c	17,88c	12	82,21
A-2.2	122,33b	21,64b	12	91,47
A-3.3	126,0ab	22,88a	12	88,83
B-1.4	121,06b	18,98c	11	83,45
B-2.5	132,6a	21,56b	12	91,18
B-3.6	132,93a	22,81a	12	90,5
Error estándar	2,62	0,43	0,16	1,52

10.6. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AFM Y AFF a los 60 días después de la siembra del maíz.

En la **Tabla 13** se plasma el comportamiento de las variables estudiadas AP, DT, NH, LH, AFM y AFF a los 60 días después de la siembra del maíz.

En lo referente a las variables estudiadas se obtuvo diferencia significativa en la altura de las plantas referentes a la profundidad de siembra evidenciando que las plantas sembradas

en profundidad a 0,20m y que recibieron arrote mostraron una mayor altura y mayor diámetro respecto a las plantas sembradas en superficie, lo que cual sigue corroborando los preceptos que sean considerado como los principales causantes del comportamiento de las plantas bajo estas condiciones.

En el análisis individual del factor marco de plantación se obtuvo diferencia significativa entre las medias de las variables estudiadas como fueron altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, presentando el mejor comportamiento el marco 0,30m x 0,70m con una densidad de plantas de 43 290 plantas por hectáreas y con una dosis de fertilización de 190 kilogramos por hectárea lo cual puede estar dado por un comportamiento fisiológico de las plantas al existir menos competencias por los factores climáticos al presentar este tratamiento una menor densidad de plantación. Al final en este tratamiento las plantas reciben la misma cantidad de agua lo cual cada cinta de riego alimentaba una hilera de planta.

El análisis de las interacciones de muestran que las plantas que crecieron en los tratamientos que corresponden con la profundidad de siembra de 0,20m mostraron la mejores medias en las variables altura y tallo de las plantas comparados con la media aquellas plantas que fueron sembradas en superficie lo cual puede estar dado por las razones antes descritas asociadas a un mejor uso del agua y de los nutrientes en el suelo. Los resultados en altura de la planta alcanzados a los 60 días son similares a los planteados por Guillermo López en el año 2013 también coinciden con Cedeño Johnny en el 2015.

Tabla 13. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AFM y AFF a los 60 días posteriores a la siembra

Efectos individuales/interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo	Número de hojas	Altura de flor masculina	Altura de flor femenina
Profundidad					
A	209,44 b	23,30	15	44,73 b	28,38 a

B	217,7 a	23,63	15	48,3 a	27,4 b
Error estándar	2,26	0,26	0,09	0,69	0,34
Marcos m					
1	203 b	20,84 b	14 b	45,61	25,55 b
2	217,46 a	24,31 a	15 a	46,65	28,6 a
3	219,51 a	25,25 a	15 a	47,28	29,53 a
Error estándar	2,77	0,32	0,11	0,84	0,42
INTERACCION					
A-1.1	196c	20,14	14	43,06	26,5
A-2.2	214,1b	24,66	14	45,73	28,5
A-3.3	218,3ab	25,11	15	45,04	30,16
B-1.4	211,53b	21,55	14	48,16	24,6
B-2.5	220,83 ^a	23,96	15	47,56	28,7
B-3.6	220,73 ^a	25,38	15	45,16	28,9
Error estándar	3,93	0,46	0,16	1,19	0,59

EXPERIMENTO 2

10.7. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 15 días después de la siembra del maíz.

En la **Tabla 14** se analiza el comportamiento de las variables analizadas AP, DT y NH, a los 15 días después de la siembra del maíz. En lo referente al efecto individual de cada factor en estudio se observa que no hubo diferencia significativa entre las medias de las plantas que crecieron bajo el efecto de las dos profundidades estudiadas. En lo referente al marco de plantación se obtuvo diferencia significativa en la altura de las plantas entre los tratamientos estudiados las plantas que crecieron en el marco de plantación 1 difieren significativamente con respecto al marco 3. Analizando los días transcurridos desde la siembra al muestreo podemos inferir que esta diferencia obedece más a los problemas agro técnicos que de competencia.

El análisis de las interacciones no mostro diferencia significativa entre los tratamientos estudiados.

En lo referente al diámetro del tallo los resultados obtenidos son muy similares con respecto a la altura de la planta por cuanto no se obtuvo diferencia significativa para el factor profundidad de siembra pero si se observó diferencia entre las medias para el marco de plantación donde el marco de plantación 1 las medias difieren entre el marco 2 y 3 con respecto a las interacciones se observa que las plantas que crecieron bajo el efecto del marco de plantación 1 y 2 en superficie y el marco 1 en profundidad no presentaron diferencia significativa en cuanto a la variable analizada.

Tabla 14. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 15 días posteriores a la siembra

Efectos individuales/ interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo	Número de hojas
Profundidad			
A	22,77	2,06	5
B	23,56	1,94	4
Error estándar	0,56	0,10	0,06
Marcos m			
1	25,76 a	2,49 a	5 a
2	24,06 a	1,99 b	5 a
3	19,68 b	1,52 c	4 b
Error estándar	0,69	0,12	0,08
INTERACCION			
A-1.1	25,33	2,37	5
A-2.2	24,26	2,31	5
A-3.3	18,73	1,52	4
B-1.4	26,2	2,61	5
B-2.5	23,86	1,68	4
B-3.6	20,63	1,53	4

Error estándar	0,98	0,17	0,11
----------------	------	------	------

10.8. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 30 días después de la siembra del maíz.

En la **Tabla 15** se analiza el comportamiento de las variables analizadas AP, DT y NH, a los 30 días después de la siembra del maíz. Según los resultados a los 30 días se observa una influencia del factor profundidad de siembra con respecto a la altura de las plantas por cuanto se desarrollaron con siembra en profundidad mostraron diferencia significativa con respecto a la siembra en superficie.

Con respecto al marco de plantación se mantuvo la misma tendencias con respecto al muestreo a los 15 días por cuanto las plantas crecieron en el marco de plantación 1 mostraron diferencia significativa con respecto a las plantas del marco 3.

En el análisis de las interacciones se encontró diferencia significativa entre los tratamientos estudiados constituyendo el marco de plantación 1 y 2 la siembra tanto en superficie como en profundidad las plantas mostraron la mayor altura no demostrando diferencia significativa entre ellas.

Respecto a la variable diámetro del tallo el comportamiento de las mismas son muy similares respecto a la altura de las plantas de acuerdo con los tratamientos estudiados mostrando las plantas del marco de plantación 1 con profundidad en superficie difieren del resto de los otros marcos.

Tabla 15. Valores promedios de las variables: AP, DT y NH, a los 30 días posteriores a la siembra

Efectos individuales/ interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo	Número de hojas
Profundidad			
A	48,60 b	12,54 a	8
B	53,62 a	12,14 b	9

Error estándar	0,81	0,26	0,10
Marcos m			
1	54,08 a	13,60 a	9 a
2	53,45 a	12,57 a	9 a
3	45,80 b	11,06 b	8 b
Error estándar	0,99	0,32	0,13
INTERACCION			
A-1.1	52,53ab	14,44 ^a	9
A-2.2	52,3ab	13,87ab	9
A-3.3	40,98c	10,52c	8
B-1.4	55,63 ^a	12,76b	9
B-2.5	54,6 ^a	12,06b	9
B-3.6	50,63b	11,61cb	8
Error estándar	1,40	0,45	0,018

1.1. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH y LH a los 45 días después de la siembra del maíz.

En la **Tabla 16** se plasma el comportamiento de las variables en estudio AP, DT, NH y LH a los 45 días después de la siembra del maíz. Se obtuvo diferencia significativa en el análisis individual de cada uno de los factores en estudio así como para la interacción.

En la evaluación del comportamiento de la altura referente a la profundidad de siembra se encontró diferencia entre las medias en altura de las plantas se observa diferencia significativa entre las medias de las plantas que crecieron en la profundidad 2 con respecto a la profundidad 1 lo cual puede estar dado por un mayor aprovechamiento de los elementos del suelo tales como nutrientes, agua además haber realizado el arroteo este labor puede

generar una mejor circulación del aire en las zona radicular de las plantas así como un mayor desarrollo de este sistema.

En lo referente al marco de plantación no se obtuvo diferencia significativa para las plantas que crecieron en el marco de plantación 1 y 2 las cuales difieren con respecto al marco 3.

Respecto a las interacciones se obtuvo diferencia entre las medias de los tratamientos estudiados observándose que las plantas que se desarrollaron en un marco de plantación de 0,30m x 0,30m x 0,70m fueron las que mostraron las mayores alturas a los 45 días del cultivo.

Respecto al diámetro del tallo no se obtuvo diferencia significativa tanto en el efecto individual de cada uno de los factores estudiados así como la interacción. Comportamiento similar se obtuvo en la variables números de hojas y longitud de las hojas en la que se observó diferencia significativa en el factor marco de siembra donde los marcos 2 y 3 sus medias difieren con respecto al 1.

Tabla 16. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH y LH a los 45 días posteriores a la siembra

Efectos individuales/interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo	Número de hojas	Longitud de hoja
Profundidad				
A	106,48 b	17,91	12	87,50
B	114,94 a	18,62	12	88,37
Error estándar	1,51	0,25	0,09	0,88
Marcos m				
1	117,51 a	18,24	11 b	82,83 b
2	116,68 a	18,6	12 a	91,32 a
3	97,95	17,96	12 a	85,66 a
Error estándar	1,85	0,32	0,11	1,08
INTERACCION				

A-1.1	117,2	17,18	12	82,21
A-2.2	111	18,3	12	91,47
A-3.3	91,26	17,55	12	88,83
B-1.4	117,83	18,6	11	83,45
B-2.5	122,36	18,9	12	91,18
B-3.6	104,63	18,38	12	90,5
Error estándar	2,62	0,46	0,16	1,52

10.9. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AFM Y AFF a los 60 días después de la siembra del maíz.

En la **Tabla 17** se plasma el comportamiento de las variables estudiadas AP, DT, NH, LH, AFM y AFF a los 60 días después de la siembra del maíz.

El análisis del comportamiento de las variables en estudio a los 60 días posterior a la siembra tiene un análisis importante por cuanto marca la altura final alcanzada por las plantas desde la siembra hasta el momento de la floración.

En las variables altura de las plantas se obtuvo diferencia significativa en el análisis individual de cada facto así como en la interacción se observa que las plantas que fueron sembradas a 0,20m de profundidad mostraron la mayor altura con 220cm difiriendo de las plantas sembradas en superficie que solo alcanzaron 202cm con respecto al marco de plantación no se obtuvo diferencia significativa entre las medias del tratamiento 1 y 2 aunque esto si difiere al marco 3. Estas diferencias pueden estar dadas por la distancia de la cinta de riego con respecto a la hilera de planta sin embargo los resultados del bulbo húmedo y el comportamiento del sistema radicular demostraron el área humedecida del bulbo así como el sistema radicular se correspondieron con el desarrollo de las plantas en este tratamiento lo cual demuestra que las respuestas de la planta respecto a la altura esté condicionada más por la competencia y por el área humedecida en la zona de desarrollo radicular, teniendo en cuenta el bulbo húmedo, desarrollo radicular y desarrollo radicular las plantas que crecieron en la siembra en profundidad así como un marco de 0,30m x 0,30m x 0,70m lo que generó una densidad de siembra de 60 606 plantas por hectáreas

además las plantas recibieron una dosis media de fertilización de 266 kilogramos por hectáreas.

Respecto a la variable diámetro del tallo solo se obtuvo diferencia significativa respecto al factor profundidad de siembra, las plantas que crecieron bajo el efecto de siembra profunda mostraron diferencias significativas entre las medias con respecto a la siembra en superficie no se obtuvo diferencia significativa entre los marco de plantación ni en el análisis de las interacción.

Comportamiento similar se obtuvo para las variables número de hojas, altura de la flor masculina y femenina con valores medio de 16cm, 48,2cm y 25,78cm respectivamente para las plantas sembradas en profundidad comparada con las plantas en superficie donde se obtuvo 15cm, 40,97cm y 24,7cm respectivamente.

Tabla 17. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AFM, y AFF a los 60 días posteriores a la siembra

Efectos individuales/ interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo	Número de hojas	Altura de flor masculina	Altura de flor femenina
Profundidad					
A	202,3 b	20,86 b	15 b	40,97 b	24,76 b
B	212,7 a	22,19 a	16 a	48,2 a	25,78 a
Error estándar	2,66	0,26	0,12	0,68	0,34
Marcos m					
1	218,65 a	21,44	16	43,76	25,11
2	217,63 a	21,90	15 b	46,3	25,18
3	186,56 b	21,23	15 b	43,7	25,23
Error estándar	3,26	0,32	0,15	0,84	0,42
INTERACCION					
A-1.1	220,43	20,68	15	41,3	25,6
A-2.2	209,06	21,25	15	41,76	24,43
A-3.3	177,4	20,65	16	39,86	24,4

B-1.4	216,86	22,2	16	46,23	25,23
B-2.5	226,2	22,56	16	50,83	25,93
B-3.6	195,73	21,81	16	47,53	24,2
Error estándar	4,61	0,45	0,22	1,18	0,60

CONCLUSIONES

La evaluación realizada al cono de humedecimiento el mismo presento longitudes medias en ambos experimento que oscilaron entre 0,48m y 0,52m y la profundidad del cono de humedecimiento osciló entre 0,27m y 0,29m lo que demuestra una mayor área humedecida en el área horizontal con respecto al área vertical

El sistema radicular de las plantas alcanzaron longitudes que oscilaron entre 0,45m y 0,69m en sentido horizontal y la profundidad de las raíces alcanzaron longitudes entre 0,17m y 0,15m.

Los resultados del cono de humedecimiento y del desarrollo radicular de las plantas demuestran que el 100% del sistema radicular de las plantas se desarrollaron dentro del bulbo húmedo tanto del plano vertical como horizontal.

De acuerdo con los resultados alcanzados en cada uno de los tratamientos evaluados en el experimento con marcos de plantación sencillo el tratamiento que mostro el mejor comportamiento a los 60 días del ciclo fue cuando las plantas se sembraron a 0,70m entre hileras y 0,20m de profundidad con una altura media de 220, 83cm.

En el experimento donde se estudió el marco de plantación con surcos dobles la mayor altura de las plantas a los 60 días se alcanzó en el tratamiento donde se estudió la siembra 0,20m de profundidad y el marco de plantación de 0,30m x 0,30m x 0,70m alcanzando una altura de 226,2cm.

En el marco de plantación con surcos sencillo la mayor altura de planta se logró con la densidad de siembra de 43 290 plantas por hectáreas en cuanto al marco con surcos dobles se obtuvo la mayor altura de las plantas con la densidad de siembra con 60 606 plantas por hectáreas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bonilla, N. 2008 Manual de recomendaciones técnicas para el cultivo del maíz Instituto Nacional Inta. Innovación Y Transferencia De Tecnologías ISBN 978-9968-586-00-9
2. Campodónico, F. 2012 Evaluación de rendimientos de maíz en función de distintas densidades de siembra, provincia de Buenos Aires. Tesis de grado de Universidad Católica de Argentina. p. 27.
3. Cavero, J. 2012. Fertirrigación en maíz: boletín de Fertiriego, Csic-Aula Dei. Tierras De Castilla Y León: Agricultura 190: 48-52 (2012)
4. Chamba, 2012 Efecto de la fertilización orgánica en el rendimiento del maíz criollo Manabí (*Zea mays, L.*), en el Centro Binacional De Formación Técnica zapote pamba” Tesis En Opción al Título De Ingeniero En Administración y Producción Agropecuaria Universidad de Loja.

5. Chila, 2015 Efecto de distancia de siembra en el comportamiento agronómico del maíz (*Zea mays L.*)Hibrido 2b 604 en época de invierno en la zona de Quevedo” Tesis de grado Universidad Técnica Estatal de Quevedo Unidad de Estudios a Distancia.
6. Ciampitti I.A. Y T.J. Vyn. 2010. A comprehensive study of plant density consequences on nitrogen uptake dynamics of maize plants from vegetative to reproductive stages. Field Crops Research. Purdue University’s. USA.
7. Cobos, 2016 Evaluación de tres niveles de fertilización foliar con boro y zinc en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*). Tesis en opción al título de ingeniero agrónomo Universidad De Guayaquil Facultad De Ciencias Agrarias.
8. CÓRDOBA, C. E., VARÓN DE AGUDELO, F., HUERTAS, C. MARMOLEJO, F. 1999. Situación fitosanitaria del cultivo del maíz *Zea mays L.* en el Valle del Cauca. Fitopatología Colombiana 23(1): 35-42 (Artículo técnico).
9. FAO, 2011. Mejora de la agricultura de regadío (en línea). consultado el 14 de septiembre de 2016. Disponible en: <http://WWW.FAO.ORG/DOCREP/005/Y3918S/Y3918S10.HTM>
10. FINANCE 2010. El Cultivo del Maíz Historia E Importancia FINAGRO, Bogotá Colombia. www.Finagro.Com.
11. Fuentes, J. 2003 Técnicas de Riego 4ta Edición Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Ediciones Mundi-Prensa Madrid España
12. García, I y Briones, G. 2009 Sistema de Riego Por Aspersión Y Por Goteo. 2da Edición. México. Editorial Trillas, UAAAM
13. INEC, 2015 INEC (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo). Fuente: ESPAC 2015. Unidad De Estadísticas Agropecuarias.

14. INFOAGRO. 2010. Características Morfológicas y Botánicas del Maíz. Consultado El 03/10/2016. Disponible En: [Http://Www.Infoagro.Com](http://Www.Infoagro.Com)
15. INTA, 2012. Evaluación de la Eficiencia en el uso de Nitrógeno y Respuesta A La Fertilización Nitrogenada por Ambiente En El Cultivo de Maíz. Boletín Informativo. P. 7.
16. Magallón, M. F. 2013. Estudio d tres épocas de aplicación de Nitrógeno Entres Híbridos De Maíz (Zea Mays L.) En El Cantón Ventanas, Provincia de Los Ríos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad De Guayaquil. Ec. Pp 1-2-627.
17. Monteros, A 2014 productividad agrícola en el ecuador. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura Y Pesca Quito, Ecuador
18. NAANDANJAIN IRRIGATION. 2011. maíz (en línea). Consultado 10 de septiembre de 2016.disponible en http://es.naandanjain.com/uploads/crop%20booklets/spanish/corn_america_latina_2804
19. Otal 2012 Experiencia del riego localizado superficial y enterrado en cultivos intensivos en la oficina de regantes Aragón. España
20. Peñafiel 2015 Evaluación de la Lámina de Riego Superficial Sobre el rendimiento de cuatro híbridos en el cultivo de Maíz, (Zea Mays L.)”. Tesis de grado previa a la obtención del Título de: Ingeniero Agrónomo Universidad Agraria de Guayaquil

21. Ramón, J. 2014. Estudio Comparativo de Cinco Niveles de Nitrógeno Usando dos Fuentes de Fertilizantes Nitrogenados En Maíz (Zea Mays L.). Tesis de Ing. Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Agrarias. Ec. 84 P.54
22. Rodríguez, J. 2013. Comportamiento de cinco híbridos de maíz en estado de choclo cultivados a dos distancias de siembra”. Tesis de grado de ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil. ec. 80 p.
23. Semicol, 2009. Evaluación de Seis Híbridos de Maíz Amarillo Duro: INIAP H604, INIAP H553, HZCA 315, HZCA 318, USTRO 1, Frente A Dos Testigos: AGRI 104 Y DEKALB DK-7088, Sembrados Can el cantón Pindal, Provincia De Loja. Ec.
24. Tropicalcis. 2009. ficha técnica de agri 103, 104 y 344, plegable de divulgación. Tropical Cis. Colombia http://www.semicol.com/semillas/agricolas/maiz-agri04/flypage_new.tpl.html,2009
25. Valencia, C. 2015 Efecto de cinco niveles de nitrógeno en el cultivo de maíz (Zea mayz L.)
26. Vía riego por goteo, utilizando dos fuentes de fertilizante” Tesis de grado en opción al Título de Ingeniero Agrónomo Universidad De Guayaquil Facultad de Ciencias Agraria.
27. Villavicencio Y Vásquez, 2009. Guía Para la Producción de Maíz Amarillo duro, En La zona Central del Litoral Ecuatoriano. Programa De Maíz. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo. Ecuador. 24 p.

