



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

CARRERA DE AGRONOMÍA

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Tema:

**EFFECTO DEL RIEGO POR GOTEIO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ
AGRI 104 CON DIFERENTE DENSIDAD Y PROFUNDIDAD DE
SIEMBRA**

Autor:

Pin Quimis Williams Abelardo

DIRECTOR DE TESIS

Dr. Rolando Venancio León Aguilar Ph.D.

SANTA ANA-MANABÍ-ECUADOR

2017



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
CARRERA DE AGRONOMÍA

TÍTULO:

**EFFECTO DEL RIEGO POR GOTEIO EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ
AGRI 104 CON DIFERENTE DENSIDAD Y PROFUNDIDAD DE
SIEMBRA**

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

AUTOR:

PIN QUIMIS WILLIAMS ABELARDO

DIRECTOR DE TESIS

DR. ROLANDO VENANCIO LEÓN AGUILAR PH.D.

SANTA ANA-MANABÍ-ECUADOR

2017

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ

1. FACULTAD DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Tema: Efecto del riego por goteo en la producción de maíz AGRI 104 con diferente densidad 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:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

PROFESOR/A- MIEMBRO

PROFESOR/A- MIEMBRO

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

PIN QUIMIS WILLIAMS ABELARDO

CERTIFICACIÓN

Ing. Francisco Javier Arteaga Alcívar Mg. Sc

Certifica:

Que la tesis titulada **“Efecto del riego por goteo en la producción de maíz AGRI 104 con diferente densidad y profundidad de siembra”**, es trabajo original del egresado Pin Quimis Williams Abelardo, la cual fue realizada bajo mi dirección.

Ing. Francisco Javier Arteaga Alcívar Mg. Sc

REVISOR DE TESIS

CERTIFICACIÓN

Dr. ROLANDO VENANCIO LEÓN AGUILAR Ph.D.

Certifica:

Que la tesis titulada “**Efecto del riego por goteo en la producción de maíz AGRI 104 con diferente densidad y profundidad de siembra**”, es trabajo original del egresado Pin Quimis Williams Abelardo, la cual fue realizada bajo mi dirección.

Dr. ROLANDO VENANCIO LEÓN AGUILAR Ph.D.

DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORA

A mis padres Francisco Jesús Pin Paz y Barbara Maribel Quimis Pillasagua que me apoyaron hasta donde pudieron y que le estoy muy agradecido.

A mis hermanas Diana, Dexi, Miriam, Leidy y a mi hermano David, por todo el apoyo brindado siempre, en todo momento tanto en las buenas como en las malas.

Y a todas y cada una de las personas que de una u otra manera me apoyaron y aportaron con un granito de arena para poder llegar a la meta definitiva que con esfuerzo, dedicación, esmero y entusiasmo la he logrado alcanzar.

Atentamente

Pin Quimis Williams Abelardo

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiarme paso a paso y llevarme a su sendero de la gloria, que por el estoy aquí; él está conmigo en todas las circunstancias, me da su bendición cada día, me acompaña a donde valla y no me deja que caiga en malos pasos. Por eso le estoy muy agradecido.

A mi director de tesis el Dr. Rolando Venancio León Aguilar por su dedicación, enseñanza y asesoramiento en el trabajo realizado de titulación.

A mi revisor el Ing. Francisco Javier Arteaga Alcívar por su calidad y calidez como profesional y ser humano, por su disponibilidad de tiempo compartido para asesorarme como revisor del presente trabajo de titulación.

A los profesores y doctores de la Facultad de Ingeniería Agronómica quienes me impartieron sus conocimientos y me ayudaron con mi formación académica.

A mis compañeros y compañeras de la Facultad de Ingeniería Agronómica especialmente a mis compañeros del aula a Euler Suárez, Merlín Suárez y a mis ayudantes de la tesis a Fernando Mantuano, Freddy Fernández, Boris Vásquez, Ketty Meza, María Agustina Cusme, Joffre Vilela, Oscar Landívar, Arturo Fernández y Ronny Macías.

A los señores administrativos de la Facultad: Sra. Narcisa García, Lcda. Juliana Cevallos, Sr. Ramón Almeida, Lcdo. Alejandro Barcia. Especialmente a la Ing. Cecilia Macías y a la Sra. Carmita Bermúdez por su apoyo en cada trámite realizado, por su ayuda y consejos que me transmitía para poder seguir adelante día tras día, ella fue el ángel que me apoyo en los momentos más difíciles de mi vida por eso estoy muy agradecido; que Dios me la cuide y me la tenga con bien siempre.

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

INDICE GENERAL

Contenido

PORTADA O (CARATULA)	I
TRIBUNAL DE TITULACIÓN O (SUSTENTACIÓN).....	III
RESPONSABILIDAD	IV
CERTIFICACIÓN DEL REVISOR.....	V
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS.....	IVI
DEDICATORA	VII
AGRADECIMIENTO	VIII
INDICE GENERAL	VIIIX
INDICE DE TABLAS	XII
INDICE DE FIGURAS	XIIV
RESUMEN	XIV
SUMMARY	XVI
I. INTRODUCCIÓN/PROBLEMA.....	17
1.1. ANTECEDENTES	18
1.2. JUSTIFICACIÓN	19
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1. GENERAL:	20
1.3.2. ESPECÍFICOS:	20
II. MARCO REFERENCIAL	21
2.1. AGRICULTURA EN ECUADOR	21
2.2. CULTIVO DEL MAÍZ.....	21
2.3. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y BOTÁNICAS DEL MAÍZ.....	23
2.4. EXIGENCIAS EDAFO-CLIMÁTICAS.....	23
2.5. SIEMBRA	23
2.6. FERTILIZACIÓN	24
2.7. DENSIDAD Y DISTANCIAS DE SIEMBRA.....	25
2.8. NECESIDADES HÍDRICAS DEL CULTIVO.....	26
2.9. MÉTODOS DE RIEGO.....	27
2.10. RIEGO LOCALIZADO.....	27
III. DISEÑO METODOLÓGICO.....	28
3.1. UBICACIÓN	28
3.2. FACTORES A EVALUAR	28

3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL	28
MANEJO AGRONÓMICO.....	30
3.4. DELIMITACIÓN DE LAS PARCELAS EXPERIMENTALES	30
3.5. PROPIEDADES HIDROFÍSICAS DEL SUELO	30
3.6. PROPIEDADES FÍSICO Y QUÍMICO DEL SUELO.....	31
3.7. PROPIEDADES FÍSICO Y QUÍMICO DEL AGUA.....	31
3.8. PREPARACIÓN DEL TERRENO	32
3.9. MEDICIÓN DEL TERRENO.....	32
3.10. CUADRE DEL TERRENO Y TENDIDO DE MANGUERAS.....	32
3.11. SIEMBRA.....	33
3.12. RIEGO.	33
3.13. FERTILIZACIÓN FUE CONDUCTIDA DE ACUERDO CON EL INSTRUCTIVO TÉCNICO DEL CULTIVO DEL MAÍZ.	35
3.14. CONTROL FITOSANITARIO.....	36
3.14.1. CONTROL DE INSECTOS PLAGA	36
3.14.2. CONTROL DE ENFERMEDAD	36
3.14.3. DESMALEZADO.....	36
VARIABLES EVALUADAS.....	37
3.15. BULBO HÚMEDO	38
3.16. DESARROLLO DEL SISTEMA RADICULAR.....	38
3.17. ALTURA DE LA PLANTA	38
3.18. DIÁMETRO DEL TALLO.....	38
3.19. NÚMERO DE HOJAS.....	38
3.20. ALTURA DE LA INFLORESCENCIA MASCULINA.....	39
3.21. ALTURA DE LA INSERCIÓN DE LA MAZORCA.....	39
3.22. PESO DE LA MAZORCA CON HOJA	39
3.23. PESO DE LA MAZORCA SIN HOJA	39
3.24. LONGITUD DE LA MAZORCA.....	39
3.25. CIRCUNFERENCIA DE LA MAZORCA.....	39
3.26. NÚMERO DE HILERAS POR MAZORCA.....	39
3.27. NÚMERO DE GRANOS.....	40
3.28. PESO DE LOS GRANOS.....	40
3.29. PESO DE LA TUZA U OLOTE.....	40
3.30. ANÁLISIS DE RENDIMIENTO.....	40
3.31. ANÁLISIS ECONÓMICO.	40
3.32. INGRESO BRUTO.....	40

3.33. COSTOS TOTALES	40
3.34. INGRESO NETO.....	40
3.35. RENTABILIDAD.....	40
3.36. COSTO POR DÓLAR PRODUCIDO.....	40
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. BULBO HÚMEDO	41
4.2. DESARROLLO DEL SISTEMA RADICULAR.....	43
4.3. VALORES PROMEDIOS DE LAS VARIABLES: AP, DT, NH, AIM E IM A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA DEL MAÍZ. (EXPERIMENTO 1).....	46
4.4. VALORES PROMEDIOS DE LAS VARIABLES: AP, DT, NH, AIM E IM A LOS 60 DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA DEL MAÍZ. (EXPERIMENTO 2).....	48
4.5. DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL EXPERIMENTO UNO..	50
4.6. DETERMINACIÓN DE LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DEL EXPERIMENTO DOS...	52
4.7. CALCULO DEL EFECTO ECONÓMICO (EXPERIMENTO UNO)	55
4.8. CALCULO DEL EFECTO ECONÓMICO (EXPERIMENTO DOS).....	55
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
VI. BIBLIOGRAFÍA	61
VII. ANEXOS	66

INDICE DE TABLAS

Contenido

Tabla 1. Densidades óptimas y densidades recomendadas para materiales del CIMMYT en tierras tropicales bajas.....	9
Tabla 2. Matriz de definición de tratamientos. Experimento uno.....	13
Tabla 3. Matriz de definición de tratamientos. Experimento dos.....	13
Tabla 4. Características de la unidad experimental del experimento uno.....	13
Tabla 5. Características de la unidad experimental del experimento dos.....	14
Tabla 6. Propiedades hidrofísicas del suelo.....	15
Tabla 7. Parámetros físicos y químicos del suelo obtenidos a través de las normativas recomendadas por la Agencia de AGROCALIDAD.....	15
Tabla 8. Propiedades físico y químico del agua del canal utilizado para el riego del maíz según el análisis de AGROCALIDAD.....	16
Tabla 9. Datos climáticos de la estación la teodomira comprendidos entre el 2005 al 2016.....	17
Tabla 10. Parámetros de riego según las etapas de desarrollo del cultivo.....	19
Tabla 11. Comportamiento del bulbo húmedo en el primer experimento.....	26
Tabla 12. Análisis del bulbo húmedo segundo experimento.....	27
Tabla 13. Análisis de la profundidad de las raíces del maíz.....	28
Tabla 14. Análisis de la profundidad de las raíces del maíz.....	29

Tabla 15. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AIM e IM a los 60 días posteriores a la siembra.....	31
Tabla 16. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AIM, e IM a los 60 días posteriores a la siembra.....	32
Tabla 17. Indicadores productivos del experimento uno.....	33
Tabla 18. Indicadores productivos del experimento dos.....	34
Tabla 19. Rendimiento en t/ha para el experimento uno.....	36
Tabla 20. Rendimiento en t/ha para el experimento dos.....	36
Tabla 21. Análisis económico del experimento uno.....	37
Tabla 22. Análisis económico del experimento dos.....	38

INDICE DE FIGURAS

Contenido

Figura 1. Ubicación del terreno.....	63
Figura 2. Cuadre del terreno.....	63
Figura 3. Tendido de mangueras.....	63
Figura 4. Calculo del riego.....	63
Figura 5. Tiempo de riego.....	63
Figura 6. Siembra.....	63
Figura 7. Emergencia del maíz.....	63
Figura 8. Raleo.....	63
Figura 9. Crecimiento lento del maíz.....	63
Figura 10. Crecimiento rápido del maíz.....	63
Figura 11. Desmalezado.....	63
Figura 12. Fertilización.....	63
Figura 13. Aplicación de Solaris (Spinetoram).....	63
Figura 14. Pudrición acuosa del tallo causada por la bacteria <i>Dickeya zeae</i> . (Syn <i>Erwinia chrysanthemi</i> pv. <i>Zae</i>).....	63
Figura 15. Control de la bacteria con Phyton (Sulfato de cobre pentahidratado).....	63
Figura 16. Realización de pequeñas calicatas.....	64
Figura 17. Medición del cono de humedecimiento.....	64
Figura 18. Medición del sistema radicular.....	64
Figura 19. Medición de la altura de planta.....	64

Figura 20. Medición del diámetro del tallo con un calibrador de vernier.....	64
Figura 21. Conteo del número de hojas por planta.....	64
Figura 22. Medición de la altura de la inflorescencia masculina.....	64
Figura 23. Medición de la altura de la inserción de la mazorca.....	64
Figura 24. Polinizadores del maíz.....	64
Figura 25. Cubrimiento de la mazorca con un cono de hoja de papel bon.....	64
Figura 26. Cosecha.....	64
Figura 27. Maíz cosechado del tratamiento 2 con su enumeración respectiva.....	64
Figura 28. Peso del maíz con brácteas.....	65
Figura 29. Peso del maíz sin brácteas.....	65
Figura 30. Medición de la longitud de la mazorca.....	65
Figura 31. Medición de la circunferencia de la mazorca.....	65
Figura 32. Conteo del número de hileras por mazorca.....	65
Figura 33. Muestra del maíz en su respectiva funda.....	65
Figura 34. Desgrane del maíz por los estudiantes de los colegios.....	65
Figura 35. Conteo de granos de maíz por los pasantes.....	65
Figura 36. Peso de los granos del maíz.....	65
Figura 37. Peso de la tuza u olote.....	65
Figura 38. Hoja de toma de datos.....	65
Figura 39. Rendimiento por tratamiento.....	65

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo, Evaluar el efecto del riego por goteo en la producción de maíz AGRI 104 con diferente densidad y profundidad de siembra. La misma se efectuó en el campus experimental de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la Parroquia Lodana, Cantón Santa Ana, Provincia, Manabí, Ecuador, localizada en las coordenadas geográficas 01° 09' 51" de latitud sur y 80° 23' 24" de longitud oeste, a una altitud de 60 msnm. Se desarrollaron 2 experimentos completamente al azar, se estudiaron 2 factores y 3 niveles por factor, para un total de 6 tratamientos con 3 repeticiones. Las variables evaluadas fueron el comportamiento del bulbo húmedo y el desarrollo radicular así como las variables morfofisiológicas de respuesta del cultivo a los 60 días, altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, altura de la inflorescencia masculina, inserción de la mazorca y los indicadores productivos como el peso de la mazorca con y sin hoja, longitud y circunferencia de la mazorca, número de hileras y de granos por mazorca, peso de los granos y de la tuza u olote por mazorca, rendimiento y el efecto económico. Para el análisis de los datos se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con el paquete estadístico StatGraphics Centurión XVI v16.1.18, para las pruebas de significación se utilizó Tukey al 95%. De Confiabilidad los resultados demostraron que el comportamiento del bulbo húmedo y el desarrollo radicular fueron similares, la mejor respuesta del cultivo a los 60 días tanto para el experimento 1 y 2 la obtuvieron sembrado en surco de 15 a 20cm + 5cm de profundidad del espeque con una altura promedio de 175,93cm con un marco de 0,30m x 0,70m para el primer experimento y de 175,66cm con un marco de 0,30m x 0,20m x 0,70m para el segundo experimento. Los mayores rendimientos que obtuvieron ambos experimentos fueron en el tratamiento 1 y 5 con 10,82 t/ha y 11,38 t/ha con un costo total de 0,29 y 0,32 dólar, por dólar producido.

Palabras claves: Riego localizado, híbrido AGRI 104, bulbo de humedecimiento, densidad y profundidad de siembra.

SUMMARY

The objective of the research was to evaluate the effect of drip irrigation on AGRI 104 corn production with different density and depth of sowing. It was carried out in the experimental campus of the Faculty of Agricultural Engineering of the Technical University of Manabí, located in the Lodana Parish, Santa Ana Canton, Province of Manabí in Ecuador, located at latitude 13 ° 09'51 " South and 80 ° 23'24 "west longitude, at an altitude of 60 meters. Two completely randomized experiments were performed, 2 factors and 3 levels per factor were studied for a total of 6 treatments with 3 replicates. The evaluated variables were the behavior of the wet bulb and root development as well as the morphophysiological variables of crop response at 60 days, plant height, stem diameter, number of leaves, height of male inflorescence, ear insertion and the productive indicators such as the weight of the cob with and without leaf, length and circumference of the cob, number of rows and grains per cob, weight of grains and tuza or olote per cob, yield and economic effect. For the analysis of the data, we performed the analysis of variance (ANOVA) with the statistical package StatGraphics Centurión XVI v16.1.18, for the tests of significance was used Tukey to 95%. The results showed that the wet bulb behavior and root development were similar, the best response of the crop at 60 days for experiment 1 and 2 was obtained in furrows of 15 to 20cm + 5cm of depth of the specimen with an average height of 175.93cm with a frame of 0.30m x 0.70m for the first experiment and 175.66cm with a frame of 0.30m x 0.20m x 0.70m for the second experiment. height of the plants was obtained at depth of 20cm ranging from 220, 83cm and 226,2cm at 60 days of the crop cycle. The highest yields obtained by both experiments were in treatment 1 and 5 with 10.82 t/ha and 11.38 t/ha with a total cost of 0.29 and 0.32 dollars, per dollar produced.

Key words: Localized irrigation, hybrid AGRI 104, wetting bulb, density and depth of sowing.

I. INTRODUCCIÓN

Varios factores inciden en la producción y el rendimiento del maíz y entre ellos el manejo eficiente del riego. Por ello el estudio a realizar en el área experimental de la Facultad de Ingeniería Agronómica trae consigo cómo manejar el riego por goteo y el distanciamiento de siembra para obtener una buena producción, optimizando recursos y disminuyendo el gasto indebido durante el ciclo del cultivo del maíz, utilizando como material para esta investigación el híbrido AGRI 104 porque estuvo liderando entre los mejores híbridos del país por su alto rendimiento (Díaz, *et al*; 2014).

El maíz es un grano de importancia para el mundo y para el país, por su uso en la alimentación humana y animal además para la elaboración de subproductos que se obtienen de esta materia prima que suplementan la dieta alimenticia de los seres vivos. El maíz genera fuentes de trabajo e ingresos económicos a los agricultores y microempresarios que lo cultivan. Es un cultivo importante en el Litoral ecuatoriano por ser la base para la industria de alimentos balanceados. Las provincias productoras que se destacan en la siembra son: Los Ríos, Guayas y Manabí. (INEC 2016).

La siembra y el rendimiento de maíz duro seco en el Ecuador presentó una tendencia negativa en el año 2016 comparada con el año 2015 y 2014 respectivamente. Según el INEC en el 2016, la siembra de este grano paso de 439 153ha a 341 254 ha, y con un rendimiento medio de 4,47t/ha a 3,56 t/ha. Lo cual esta tendencia negativa puede estar dado por factores ambientales o problemas de plagas y enfermedades.

Ante estas premisas se plantea el siguiente problema.

PROBLEMA

¿De acuerdo con los distanciamientos de las cintas de goteo en los diferentes marcos de plantación y profundidades de siembras como aumentar el rendimiento del híbrido de maíz AGRI 104?

ANTECEDENTES

El maíz es un cereal nativo de América, cuyo centro de origen de domesticación fue Mesoamérica, desde donde se difundió hacia todo el continente. No hay un acuerdo sobre cuando se empezó a domesticar el maíz, pero los indígenas mexicanos dicen que esta planta representa, para ellos diez mil años de cultura (Chamba, 2012).

El maíz es un cultivo que, en Manabí, se ha incrementado considerablemente la superficie sembrada, debido principalmente al desarrollo de las industrias avícolas y porcinas, que lo utilizan como materia prima para la elaboración de balanceados y diversos derivados de la alimentación humana. Es uno de los cultivos de ciclo corto mayormente sembrado por pequeños y medianos productores durante la época lluviosa, bajo condiciones de ladera y cero labranzas (Vínces, *et al*; 2013).

Debido a problemas ambientales y fitosanitarios que se presentan en la época lluviosa, el rendimiento en esta época del año tiende a disminuir, es por eso que la creciente demanda y la baja producción que existe, ha hecho que el agricultor recurra a sembrar en la época seca utilizando riego por goteo que es un sistema de irrigación de baja dosis, con alta frecuencia e intervalos de riego pequeño que tiene por objetivo dar gota a gota la cantidad de agua exacta que ha perdido la planta, que al no humedecer todo el suelo y al depositar el agua en la zona radicular del cultivo tiene un ahorro significativo del recurso (Peñañiel, 2015).

El rendimiento del maíz está en función de tres factores fundamentales, que determinan el número final de granos logrados por unidad de superficie. En los cuales se encuentran el manejo agronómico, el ambiente y la genética de cada individuo, así como su potencial para reaccionar a las diferentes condiciones ambientales en las cuales se está desarrollando. Algunos de estos factores ambientales pueden ser manipulados por el hombre, tal es el caso de la elección de las fechas de siembra adecuada, un buen manejo de riego y de fertilización, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo, y la oferta del suelo para determinar las necesidades de nutrientes y la selección de genotipos con alta productividad. La combinación de estos factores puede ser determinante para obtener altos rendimientos, además de la obtención de un producto de buena calidad (CIMMYT, 2013).

JUSTIFICACIÓN

El maíz por ser un grano con alta demanda a nivel mundial ha generado la necesidad de realizar diferentes investigaciones de toda índole entre ellas, el mejoramiento genético que ha permitido la obtención de semillas certificadas las que han generado un alza en los rendimientos por hectárea, pero esto se logra con un adecuado manejo agronómico en toda la etapa del cultivo. Logrando con ello, duplicar o triplicar la producción, comparada con los resultados anteriores, (Campodónico, 2012). Este cultivo de ciclo corto demanda grandes cantidades de agua durante todo su ciclo biológico y se ve afectado por la sobrepoblación, lo que ha hecho que el agricultor no solo lo siembre en la época lluviosa sino también en la época seca es decir durante todo el año. Lo cual por la escasez de agua que existe en algunos países del mundo entre ellos está el Ecuador, los agricultores han ido recurriendo poco a poco a la siembra tecnificada utilizando riego por goteo que es el más eficiente y ventajoso en cuanto a los demás tipos de riego, que minimiza los gastos de agua y que suplementan las necesidades hídricas del cultivo. Así se disminuye los gastos de producción por mano de obra y se aumentan los rendimientos por hectárea, además se debe aprovechar al máximo los recursos disponibles con el uso de esta tecnología debido a su alto costo de inversión (Palestina, 2015).

Debido a los bajos rendimientos reportados por Monteros en el año 2015, menciona que en una encuesta realizada por el MAGAP en la época seca a nivel nacional describe los híbridos más importantes del país entre ellos se encuentran los siguientes: Como el Dekalb 7088, Somma, Insignia 105, DAS 3383, Agri 104 y el Trueno 7443 que obtuvieron los siguientes rendimientos de 6,61t/ha, 6,54t/ha, 6,28t/ha, 6,26t/ha, 5,66t/ha y 5,63t/ha en su orden respectivamente.

Lo cual nos propusimos duplicar o triplicar la producción utilizando diferentes marcos de plantación y profundidades de siembra que conllevara a aumentar el rendimiento en Tm/ha y así suplir la alta demanda que existía.

OBJETIVOS

1.1. General:

- ✚ Evaluar el efecto de la densidad y la profundidad de siembra en el rendimiento del híbrido de maíz AGRI 104 con tecnología de riego localizado.

1.2. Específicos:

1. Medir la incidencia de riego por goteo en los indicadores de crecimiento del cultivo del maíz AGRI 104 bajo diferentes marcos y profundidad de siembra.
2. Determinar el efecto de riego por goteo en los componentes y el rendimiento del cultivo del maíz AGRI 104 bajo diferentes marcos y profundidad de siembra.
3. Calcular el efecto económico del riego por goteo en el cultivo del maíz AGRI 104 bajo diferentes marcos y profundidad de siembra.

II. MARCO REFERENCIAL

2.1. Agricultura en Ecuador

La agricultura es uno de los ejes principales sobre los que se desenvuelve la economía del país. Al ser esta una actividad fundamental tanto en el ámbito económico como en la seguridad alimentaria, se vuelve crucial conocer su evolución a lo largo de los años, con el objetivo de observar el comportamiento de la producción y su sostenibilidad en el tiempo, dentro de los cultivos de mayor porcentaje de siembra en el país se encuentra el maíz (Monteros, 2016).

2.2. Cultivo del maíz

La siembra de maíz duro seco en la provincia de Manabí representa el 29,41% de la superficie total estimada de siembra, siendo la segunda provincia que más cultiva esta gramínea. Entre los principales cantones que cultivan, se encuentra Portoviejo con (842 ha), Santa Ana (823 ha), Tosagua (765 ha) y Chone (765 ha), (INEC 2016). Uno de los híbridos que más se cultiva en nuestra provincia, especialmente en Santa Ana es el AGRI 104 por su alto rendimiento; Según (Rodríguez, 2013), indica que este híbrido fue creado por la casa comercial boliviana Agricomseeds, para climas cálidos y cálidos – medios. Mientras que TROPICALCIS (2009), indica que el híbrido AGRI 104. Tiene un contenido alto de beta carotenos, tolerancia a sequía, buen comportamiento en suelos salinos, tolerancia a enfermedades del complejo mancha de asfalto, ofreciendo competitivos porcentajes de producción, Ciclo del cultivo es de 120 días de inicio hasta la cosecha.

Además, el mismo autor indica que el híbrido requiere de una precipitación pluvial superior a los 450 mm y que estén bien distribuidos durante el ciclo de desarrollo del cultivo ya que el requerimiento hídrico es muy estricto en periodos críticos como la floración. En términos generales el maíz requiere de 750 litros de agua por kilogramo de grano producido. Las necesidades de agua en maíz varían de acuerdo con los diferentes ciclos de desarrollo del cultivo. En la etapa de floración presenta el mayor consumo hídrico, siendo la etapa más crítica; si en esta etapa hay déficit de agua, por uno o dos días, se reducen los rendimientos en un 30%, y llega hasta un 50% si se prolonga por más de ocho días.

De acuerdo con Rodríguez (2013), este material presenta las siguientes características:

Tipo	Simple modificado
Ciclo	Normal
Siembra	Época lluviosa/época seca
Altura media	210 cm
Emergencia a floración	77 días
Emergencia a cosecha	120 días
Rendimiento	Alto potencial
Textura del grano	Duro
Color del grano	Anaranjado
Tipo de grano	Semidentado
Calidad de grano	Muy buena
Altura de inserción de mazorca	98 cm
Porcentaje de la tusa	18-20%
Peso de 1000 semillas	400,2 g
Granos por hieras	30-40
Resistencia al volcamiento o acame	Excelente
Tolerancia a enfermedades	Buena

Según (Magallón, 2013), en un estudio realizado recientemente comprueba lo que dijo anteriormente Velásquez y Vincés en el año (2011), que el híbrido AGRI 104 presenta un buen comportamiento agronómico y de rendimiento con valores superiores a los 5000kg/ha, sembrado a superficie y con un distanciamiento de siembra de 0,80m entre surcos sencillo por 0,30m entre plantas.

Mientras que (Vergara, 2016), en su investigación de tesis realizada en la época seca del año 2015 en la Granja Experimental “Vainillo” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil; él menciona que los resultados obtenidos del híbrido AGRI 104 sembrado a superficie con una distancia de siembra de 0,80m entre surcos sencillo por 0,20m entre plantas y con una densidad poblacional de 41 666pl/ha son excelentes porque obtuvo un rendimiento de 6,92 t/ha.

Según (Monteros, 2015), en una encuesta realizada por el MAGAP en la época seca a nivel nacional describe los híbridos más importantes como el Dekalb 7088, Somma, Insignia 105, DAS 3383, AGRI 104 y el Trueno 7443 donde se obtuvieron rendimientos de 6,61t/ha, 6,54t/ha, 6,28t/ha, 6,26t/ha, 5,66t/ha y 5,63t/ha respectivamente. El AGRI 104 fue sembrado con una densidad de 43 125pl/ha y se obtuvo un peso promedio de 148gr por mazorca.

En la investigación realizada por López y Valencia (2015), donde estudiaron una densidad de 83 333 pl/ha y con una fertilización de 240kg/ha de nitrógeno el rendimiento obtenido fue de 10t/ha; Mientras que Ortiz, (2014) con una densidad de plantación de 80 000 pl/ha, obtuvo igual rendimiento de 10t/ha.

2.3. 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. (FAO, 2012).

2.4. Exigencias edafo-climáticas

Según la FAO (2012), indica que el maíz requiere una temperatura que fluctúe entre los 15 a 30°C. Con una luminosidad que este entre los 0,4 y 0,7 micrones. Con un tipo de suelo de textura media (franco), con un pH de 5.5 a 7.8 y con un requerimiento hídrico de 500 a 700mm distribuido durante todo su ciclo. La cual esta cantidad de agua no siempre está disponible para la planta, lo que hace que el agricultor recurre a utilizar el riego localizado por la escases de agua que existe y por los beneficios que tiene este tipo de riego.

2.5. Siembra

La siembra se la puede realizar con espeques, en llano o en surcos. La separación entre hileras depende del híbrido y de la densidad a utilizar que puede ir desde 0.7m a 1, 20m y la separación entre los golpes o sitios de las plantas de igual manera puede fluctuar de 20cm a

50cm, esto también depende de la época de siembra, el sistema de cultivo, sistema de riego entre otros factores. (Semicol, 2009).

2.6. 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. (Barrios, *et al.*; 2012). El maíz requiere entre 20-25 kg/ha de nitrógeno (N) por cada tonelada de grano producido. Por ello, para producir por ejemplo 10.000 kg/ha de grano, se deben aplicar entre 200-250 kg/ha 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, (Álvarez, 2014). (Valencia, 2015) corrobora en su investigación realizada en el cultivo de maíz que con una dosis de 240kg/ha de nitrógeno 10 de las 12 variables medidas presentaron el mejor comportamiento. Resultados similares obtuvo Almaguer (2013), con dosis de 240 kg N/ha logró la máxima producción. Sin embargo, con dosis de 300 kg/ha de N (nitrógeno) los resultados fueron inferiores, lo cual puede estar dado un efecto negativo en el comportamiento productivo del cultivo.

Estos resultados coinciden con estudio realizado por Barrios *et al.* (2012), que determinó que, al aumentar la dosis de fertilizante nitrogenado el cultivo tiende a incrementar sus rendimientos, en niveles de fertilizantes que oscilan entre un máximo y un mínimo.

Los niveles de fertilización con 180 y 240 kg N/ha presentaron promedios de rendimiento superiores a los 9000 kg/ha de grano duro de maíz, superiores a los encontrados por Álvarez (2014) en la zona de El Triunfo, en un experimento en el cual probó varios niveles de nitrógeno en la variedad de maíz INIAP H-551, cuyos rendimientos fueron inferiores a los 6000 kg/ha, esto se dio posiblemente por el bajo potencial de rendimiento del H-551.

2.7. Densidad y distancias de siembra

Según (Ortiz, 2014), indica que la mayor o menor regularidad en la distribución espacial de las plantas puede generar diferencias de rendimiento en lotes con igual tipo y población de maíz.

Así mismo, (Soltero, *et al*; 2010) señalan que manteniendo la misma cantidad de plantas de maíz por área y reduciendo el espacio entre hileras, las plantas estarán más distanciadas unas a otras en las líneas de siembra, llevando a una mejor distribución espacial de las mismas, ese arreglo mejora la distribución de las hojas y de las raíces del cultivo, reduciendo la competencia interespecífica. Teóricamente, esta situación mejora la capacidad de intercepción de radiación solar y el aprovechamiento de agua y nutrientes por el maíz, pudiendo aumentar la productividad de los granos.

Según el CIMMYT las densidades óptimas y recomendadas para tierras tropicales bajas, cultivado en un solo ambiente son las que se reflejan en la **tabla 1**:

Tabla 1. Densidades óptimas y densidades recomendadas para materiales del CIMMYT en tierras tropicales bajas.

Altura de planta (m)	Días a 50% de floración masculina	Densidad óptima (plantas/ha)	Densidad (plantas/ha)
1.6-1.8	<50	85 000	60 000
1.8-2.0	50-55	78 000	55 000
2.0-2.2	56-60	70 000	50 000
2.2-2.4	>60	65 000	45 000

En un ensayo llevado a cabo por (Vallone, *et al.*, 2010). En Argentina en la que estudio densidades de siembra de 50.000; 65.000; 80.000; 95.000 y 110.000 pl/ha, el rendimiento tuvo respuesta significativa, alcanzando el máximo rendimiento con densidades de 65.000 y 80.000 pl/ha. Con densidades mayores decae el rendimiento por abortos de granos y aumento de individuos estériles y en densidades bajas por la escasa capacidad de compensación tanto vegetativa como reproductiva

Según Molina (2010) manifiesta que en trabajos efectuados en la provincia del Azuay y Loja con el genotipo INIAP 103 “Mishqui Sara” recomienda maíz en unicultivo la siembra

a 0,80 m entre surcos y 0,25 m entre sitios, depositando una semilla/sitio (50.000 plantas/ha).

Información proporcionada por el INIAP E.E.T. Pichilingue (2013), en las zonas maiceras de Guayas y Los Ríos, las distancias de siembra para los híbridos de maíz van desde 0,80 x 0,20 m depositando una semilla/sitio y de 0,80 x 0,40 m, depositando dos semillas/sitio; en ambos casos, se llega a obtener una población de 62500plantas/ha. Los híbridos de maíz soportan mayor densidad de población en comparación con las variedades.

INTA (2012) señala que la siembra del cultivo del maíz en surcos apareados o doble fila, más conocida por su denominación en inglés como twin rows (TR), es considerada una opción para los productores de maíz. El principio básico del TR es proporcionar un mayor espacio entre las plantas, permitiendo así una mayor población y mayor número de espigas, lo que permite alcanzar metas más altas de rendimiento.

El mismo autor expresa que en TR existe un enraizamiento efectivo en la totalidad de la superficie y aumenta la población debido a que las plantas están distribuidas en un área mayor, haciendo un uso más homogéneo del agua y de la absorción de nutrientes. Es por eso que la mayor distancia entre plantas es la mejor manera de estimular el desarrollo radicular. La densidad óptima es aquella que permite al cultivo alcanzar el máximo rendimiento en grano (Chila, 2015).

2.8. 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, 2012).

2.9. 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, (Otal, 2012), 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 del micro aspersor 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. (Palestina, 2015).

2.10. Riego localizado

El riego localizado consiste en la aplicación de agua sobre la superficie del suelo o bajo éste, utilizando para ello tuberías a presión y emisores de diversas formas, de manera que sólo se moja una parte del suelo, la más próxima a la planta. El agua aplicada por cada emisor moja un volumen de suelo que se denomina bulbo húmedo. Este tipo de riego se le atribuyen un conjunto de ventajas en comparación con el riego por surcos y por aspersión de cubrimiento total según, García y Briones, 2015. Se pueden resumir las siguientes ventajas:

1. Permite incrementar la eficiencia del riego alcanzando valores hasta un 95%.
2. La operación del sistema puede ser totalmente automatizada, se reduce de forma significativa la mano de obra.
3. El sistema facilita la aplicación altamente eficiente de los fertilizantes, insecticidas, fungicidas y herbicidas y además reduce los problemas de malezas.

4. El funcionamiento del sistema, no interfiere con las labores de cultivo ni con la cosecha, ya que las líneas regantes están enterradas.
5. Se puede instalar en superficie, tapado o enterrado y se puede controlar fácilmente la lámina de agua aplicada, aprovechando la planta de la mejor manera el agua.
6. Produce una línea de humedad ancha, continua y uniforme en toda su longitud, sin que lleguen a producirse encharcamientos que provoquen la asfixia radicular o faciliten el desarrollo de enfermedades.

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. 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 sur 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.

3.2. Factores a evaluar

1. Marco de plantación
2. Profundidad de siembra

3.3. Diseño experimental

Se desarrollaron dos experimentos en Bloques Completamente al Azar (BCA), se estudiaron dos factores y tres niveles por factor, para un total de 6 tratamientos con tres repeticiones.

En el experimento 1: Se evaluó la influencia de la profundidad de siembra y el marco de plantación sencillo, en el cual se utilizó una línea de gotero por cada hilera de planta.

En el experimento 2: Se evaluó la influencia de la profundidad de siembra y el marco de plantación doble, utilizando 3 distancias entre hileras en la cual se ubicaron cintas de goteos por las hileras estrechas de acuerdo con las distancias definidas, dependiendo del tratamiento. En las tablas 1 y 2 se representan las matrices para el establecimiento de cada uno de los tratamientos según los experimentos.

Tabla. 2. Matriz de definición de tratamientos. Experimento 1

Profundidad	Marcos		
	Marco 1 (0,40x0,30m)	Marco 2 (0,70x0,30m)	Marco 3 (0,90x0,30m)
Profundidad 1 en superficie	T1	T2	T3
Profundidad 2 a 0,20m	T4	T5	T6

Tabla. 3. Matriz de definición de tratamientos. Experimento 2

Profundidad	Marcos		
	Marco 1 (0,70x0,20x0,30m)	Marco 2 (0,70x0,30x0,30m)	Marco 3 (0,70x0,40x0,30m)
Profundidad 1 en superficie	T1	T2	T3
Profundidad 2 a 0,20m	T4	T5	T6

En la tabla. 4. Se describen las características de la unidad experimental del experimento 1 el cual se estableció en 225m² con un total de 18 unidades experimentales de 9m² en la parcela de estudio la cual constituye la réplica que será un total de 3 para cada tratamiento.

En la tabla. 4. Características de la unidad experimental del experimento 1

Total de Unidades Experimentales	18
Tamaño del área experimental	(9 m x 25m= 225 m ²)
Área de la unidad experimental	9 m ²
Número de hileras por tratamientos	4
Número de hileras útiles:	2
Efecto borde del lote	Se eliminará 1 m por cada lado
Muestreo de plantas por réplicas	10 unidades

Muestreos plantas por tratamientos:	30 plantas
-------------------------------------	------------

En la tabla. 5. Se describen las características de la unidad experimental del experimento 2 el cual se estableció en 225m² con un total de 18 unidades experimentales y 9m² en la parcela de estudio la cual constituye la réplica que será un total de 3 para cada tratamiento.

En la tabla. 5. Características de la unidad experimental del experimento 2

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

MANEJO AGRONÓMICO

3.4. 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.

3.5. Propiedades hidrofísicas del suelo

En la (**Tabla 6**) se relaciona las propiedades hidrofísicas del suelo donde se llevó 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 (Palestina, 2015). 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 6. 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
Limite productivo	85 de la Cc

3.6. 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 7).

Tabla 7. 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

3.7. 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 8).

Tabla 8. 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

3.8. Preparación del terreno

Para la preparación del suelo 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.

3.9. Medición del terreno

Las parcelas en estudios para ambos experimentos, así como el trazado de cada una de las unidades experimentales se realizaron según el diseño utilizado.

3.10. Cuadre del terreno y tendido de mangueras

A partir del día 25 de julio del 2016 se procedió a cuadrar el 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.

3.11. 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 y 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 hoyo.

3.12. 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 9. 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 mensual
Temperatura Máxima	30,6	30,7	31,5	31,6	30,8	29,8	29	29,7	30,9	31	30,9	31	31
Temperatura Mínima	22,7	22	23,2	22,9	22,6	21,8	22	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	166	181	152	50	15,9	15	1,76	1,37	1,89	1,17	51,9	64,8
Evaporación	115	78,4	137	141	138	127	138	156	155	160,9	153	142	136,77
Velocidad del viento	0,77	0,74	0,72	0,63	0,92	0,79	0,8	0,92	1,2	1,00	1,03	1,03	0,88
Horas luz	79,1	111	126	126	115	86	103	110	125	114,9	105	95,8	108,06

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 en conjunto 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.

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 10)** se relaciona los parámetros utilizados, así como los resultados obtenidos de la aplicación del riego durante el periodo que duró el experimento.

Tabla 10. Parámetros de riego según las etapas de desarrollo del cultivo.

PARAMETROS PARA EL MANEJO DE RIEGO	
H (m)	0,10
Kc	0,90
Cc (%Pss)	35
Da (g/cm ³)	1,25
Lp (%Pss)	90
Mp (L/m ²)	3,50
Mb (L/m ²)	3,80
ETo(mm/día)	3,15
ETc(mm/día)	1,98
Ir(días)	2
Tr (h)	0,33
Nr	40
Volumen bruto total en litros para un metro cuadrado.	70

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

De acuerdo al análisis del suelo descrito en la (Tabla 7). 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 25días 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 gramos de urea/plantas, durante el ciclo del cultivo. Esto representa entre 366kg/ha para la densidad de siembra de 83 250plantas/ha, hasta 162 kg/ha para una densidad de siembra de 36 963 plantas/ha, para el experimento 1. En el experimento 2 la dosis aplicada

esta entre los 326kg/ha para la densidad de siembra de 74 259plantas/ha, hasta 265kg/ha para una densidad de siembra de 60 273plantas/ha.

3.14. Control fitosanitario

3.14.1. Control de insectos plaga

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 y para la segunda 30cc por bombada de 20 litros de agua aplicando dos bombadas en toda el área experimental.

3.14.2. Control de enfermedad

La enfermedad causada por la bacteria *Dickeya zeae*. (Syn *Erwinia chrysanthemi* pv. *Zeae*) conocida como pudrición acuosa del tallo (Francia, V. 2007), se presentó a los 20 días después de la emergencia y fue el principal problema del cultivo desde el punto de vista fitosanitario, 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.

3.14.3. Desmalezado

La labor del desmalezado se lo realizó 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 arrope 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*).

VARIABLES EVALUADAS

Para el análisis de resultados se evaluaron las variables relacionadas con el comportamiento del riego, entre ellas el bulbo húmedo y el desarrollo radicular en la zona del bulbo húmedo así como las variables morfo fisiológicas de respuesta del cultivo a los 60 días, entre ellas, la altura de las plantas, diámetro del tallo, número de hojas, altura de la inflorescencia masculina e inserción de la mazorca respectivamente, los indicadores productivos y de rendimiento para lo cual se obtuvo el peso de la mazorca con hoja, peso de la mazorca sin hoja, longitud y circunferencia de la mazorca, número de hileras y de granos por mazorca, peso de los granos y de la tuza por mazorca, rendimiento y el efecto económico.

Para determinar el comportamiento de cada una de las variables productivas se seleccionaron 10 plantas por replica en cada parcela de forma aleatoria para un total de 30 plantas por tratamiento a las que se le evaluaron los indicadores de crecimiento a los 60 días posterior a la germinación y las variables productivas cuando la mazorca alcanzó la madurez comercial para lo cual se tuvo en cuenta el porcentaje de humedad que osciló entre el 12 al 14%.

3.15. 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. Este dato fue tomado en cm.

3.16. 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. Este dato fue tomado en cm.

3.17. Altura de la planta

La altura de las plantas se obtuvo 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 60, días después de la emergencia. Este dato fue tomado en cm.

3.18. 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 60, días después de la emergencia. Este dato fue tomado en mm

3.19. Número de hojas

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

3.20. Altura de la inflorescencia masculina

Se midió la altura de la inflorescencia masculina con la ayuda de un flexómetro a partir de la última hoja de la planta hasta la parte final de la misma, lo cual se realizó a los 60 días después de la emergencia. Este dato fue tomado en cm.

3.21. Altura de la inserción de la mazorca

La altura de la inserción de la mazorca se tomó desde la base del suelo, hasta la inserción de la misma con la ayuda de un flexómetro, lo cual se realizó a los 60 días después de la emergencia. Este dato fue tomado en cm.

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%. De Confiabilidad.

3.22. Peso de la mazorca con hoja

Se realizó el pesaje individual de cada una de las mazorcas por replica y tratamiento utilizando una balanza digital de precisión o balanza analítica. Este dato se tomó en gr.

3.23. Peso de la mazorca sin hoja

Se realizó el retiro de las hojas y las sedas por mazorca y posteriormente se procedió el pesaje de la misma. Este dato se tomó en gr.

3.24. Longitud de la mazorca

Con una cinta métrica se procedió a realizar la medición de las mazorcas por replica y tratamiento en cm.

3.25. Circunferencia de la mazorca

Al igual que la longitud se procedió a realizar la medición de la circunferencia de las mazorcas en la zona media de la misma en cm

3.26. Número de hileras por mazorca

Se procedió hacer el conteo del número de hileras por mazorca de acuerdo con las réplicas y tratamientos.

3.27. Número de granos

Se realizó el conteo de los granos que contiene cada mazorca según las réplicas y tratamientos.

3.28. Peso de los granos

Se procedió al pesaje de los granos totales por mazorca según las réplicas y tratamientos.

3.29. Peso de la tuza u olote

Una vez desgranada la mazorca se procedió al pesaje individual de cada una de las tuzas.

3.30. Análisis de rendimiento

Se realizó la estimación de rendimiento en t/ha a partir del peso promedio de los granos por mazorca y de la densidad poblacional por tratamientos.

3.31. Análisis económico.

Se aplicó la metodología CIMMYT para lo cual se determinaron los indicadores ingreso bruto, costos totales, ingreso neto, rentabilidad y el costo por dólar producido.

3.32. Ingreso bruto

El ingreso bruto se determinó a partir del volumen de producción por el precio de venta. El volumen de producción que sería igual al rendimiento por el área.

3.33. Costos totales

Van estar definido por los costos fijos y los costos variables.

3.34. Ingreso neto

Ingreso neto se obtuvo de la diferencia del ingreso bruto con respecto a los costos totales.

3.35. Rentabilidad

Se determinó mediante la relación de los ingresos netos y los costos totales.

3.36. Costo por dólar producido.

El costo por dólar producido se obtiene de la relación de los costos totales con respecto al beneficio bruto.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Bulbo húmedo

En la **Tabla 11**. Se observa el comportamiento del bulbo húmedo en el muestreo realizado durante el desarrollo del cultivo, a cada uno de los tratamientos estudiados y en ambos experimentos, en el experimento 1 se obtuvo que el área del cono humedecido estuvo matizada por la longitud alcanzada a ambos lados de la cinta de gotero y por la profundidad alcanzada por el agua en la zona húmeda, 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 el análisis estadístico expreso diferencia significativa en la siembra a superficie, comparada con la siembra en profundidad, estas diferencias pueden estar dadas por las 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. En la zona derecha de la cinta hubo diferencia significativa con respecto a la profundidad de siembra.

En el análisis concerniente al marco de plantación no se evidencio incidencia en los resultados obtenidos, sin embargo, se observa que para el marco 0,30m x 0,70m; mostró el mayor cono en sentido horizontal en ambos lados en la cinta de riego si lo comparamos con el marco de 0,30 x 0,90 este mostro un mejor comportamiento en cuanto a profundidad humedecida en 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 marcos estudiados.

COMPORTAMIENTO DEL CONO DE HUMEDECIMIENTO

Experimento I

Tabla 11. Comportamiento del bulbo húmedo 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			
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
Interacción			
A-1	0,24	0,25bc	0,25b
A-2	0,28	0,25bc	0,3 ^a
A-3	0,21	0,38 ^a	0,21c
B-1	0,25	0,26b	0,25ab
B-2	0,28	0,23c	0,27ab
B-3	0,23	0,28b	0,21c
Error estándar	0,10	0,01	0,002

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

Los resultados del análisis del bulbo húmedo en el segundo experimento con respecto a la profundidad solo manifestó diferencia significativa en el 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 al análisis del bulbo húmedo, los marcos de plantación no resaltan la influencia de un comportamiento de humedecimiento, se observa que la mayor distancia se obtiene en el lado izquierdo a 0,90 m, 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 obtenga un mejor comportamiento de la 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 12. Comportamiento del bulbo húmedo en el experimento 2

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	0,29 ^b	0,17	0,28
Error estándar	0,005	0,06	0,005
Marcos			
1	0,33 ^b	0,15 ^{ab}	0,35 ^a
2	0,31 ^c	0,18 ^b	0,32 ^b
3	0,4 ^a	0,17 ^a	0,32 ^b
Error estándar	0,0006	0,007	0,006
Interacción			
A-1	0,45 ^a	0,15	0,32 ^b
A-2	0,3 ^c	0,17	0,18 ^d
A-3	0,45 ^a	0,18	0,35 ^a
B-1	0,22 ^d	0,15	0,3 ^b
B-2	0,32 ^c	0,2	0,26 ^c
B-3	0,35 ^b	0,17	0,3 ^b
Error estándar	0,009	0,01	0,009

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

4.2. Desarrollo del sistema radicular

El comportamiento del sistema radicular se analiza en la **Tabla 13**. 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 arroje las raíces crecieron más que en el lado derecho sin arroje. Mientras que en profundidad el mayor crecimiento tuvo los tratamientos que fueron arrojado. En cuanto a el marco el mayor desarrollo radicular tanto del lado izquierdo como del 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 las raíces a ambos lados de la cinta ni en sentido vertical de las mimas.

Comportamiento de las raíces

Experimento I

Tabla 13. 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 ^a
B	0,33 ^a	0,15 ^a	0,19b
Error estándar	0,006	0,04	0,009
Marcos			
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
Interacción			
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

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

En la **Tabla 14.** 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 0,70m x 0,40m x 0,30m 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 0,70m x 0,40m x 0,30m.

Experimento II

Tabla 14. 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	0,4 ^a	0,16b	0,28 ^a
B	0,29b	0,18 ^a	0,28 ^a
Error estándar	0,004	0,004	0,005
Marcos			
1	0,33b	0,15b	0,31 ^a
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
Interacción			
A-1	0,45 ^a	0,15c	0,32ab
A-2	0,3c	0,17b	0,18c
A-3	0,45 ^a	0,18b	0,35 ^a
B-1	0,22d	0,15c	0,3ab
B-2	0,32c	0,22 ^a	0,26b
B-3	0,35b	0,17 ^{ab}	0,13c
Error estándar	0,008	0,08	0,001

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

En el análisis integrador del cono de humedecimiento y el sistema radicular según los resultados obtenidos en ambos experimentos, la longitud alcanzada 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 obtienen 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 la media de las profundidades humedecidas oscilaron 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 2 respectivamente con crecimiento vertical entre 0,15m y 0,17m lo que demuestra con el régimen de riego aplicado se garantizó las dosis de entrega así como los tiempos de riego y los intervalos establecidos, que proporcionaron una zona humedecida óptima para el desarrollo de las plantas en ambos experimento según los tratamientos estudiados.

4.3. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AIM E IM a los 60 días después de la siembra del maíz. (Experimento 1).

En la **Tabla 15** se plasma el comportamiento de las variables estudiadas altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, altura de la inflorescencia masculina e inserción de mazorca a los 60 días después de la siembra del maíz.

En lo referente a las variables estudiadas se obtuvo diferencia significativa en cuanto altura, diámetro e inserción de mazorca con respecto a la profundidad de siembra, evidenciando que las plantas sembradas en profundidad a 20cm y que recibieron arroje mostraron una mayor altura, diámetro e inserción de mazorca comparadas con las plantas sembradas en profundidad de 5cm, lo 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 e inserción de mazorca presentando el mejor comportamiento el marco 2 y 3 con un distanciamiento de siembra de 0,30m x 0,70m y 0,30m x 0,90m respectivamente, con una densidad de 47 286 plantas para el marco 2 y de 36 963 plantas para el marco 3 y con una dosis de fertilización de 208 kilogramos y 162 kilogramos de nitrógeno 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 plantas.

El análisis de las interacciones demuestra que las plantas que crecieron en los tratamientos que corresponden con la profundidad de siembra de 0,20m mostraron las mejores medias en las variables diámetro del tallo e inserción de mazorca 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.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se considera que la altura de planta e inserción de la mazorca son inferiores a las reportadas por Rodríguez, 2013; la cual en su investigación de tesis que comparo dos densidades diferentes una de 37.037 plantas/ha y la otra de 62.500 plantas/ha. La primera fue superior mostrando mejor comportamiento en cuanto altura e inserción de mazorca obteniendo los siguientes resultados: altura de planta fue de 254 cm y altura de inserción de mazorca 93cm.

Según Molina, 2010. En una evaluación de seis híbridos de maíz de amarillo duro que realizo también reporto resultados superiores pero inferior a los de Rodríguez en cuanto a altura de planta. En los resultados que obtuvo en cuanto altura de planta fue de 203,33cm con una altura de inserción de mazorca 95cm.

Mientras tanto que Vergara en el 2016. En su tesis en las que evaluó agrónomicamente a 4 híbridos de maíz duro seco (*Zea mays* L.) en la zona del triunfo de la provincia del Guayas. Los resultados que demostró discrepan sus tratamientos unos de otros, lo cual no encuentra un híbrido que sobresalga de los otros en todas sus variables de estudio, entre los resultados que obtuvo del Agri 104 se mencionan los siguientes: altura de planta 217,5cm e inserción de la mazorca 106,7cm. La cual fue superior en altura de inserción de mazorca en cuanto a Rodríguez, 2013 y Molina, 2010 que demostraron inferioridad.

En cuanto a Valencia, 2015. En la que Evaluó el efecto de 5 niveles de nitrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) vía riego por goteo, utilizando dos fuentes de fertilizante. El mejor resultado lo obtuvo con dosis de fertilización de 240kg/ha de Nitrógeno y con una densidad de plantación de 83 333 pl/ha la cual obtuvo igual similitud que Rodríguez, 2013 y Molina, 2010; pero inferior a los resultados de Vergara en el 2016 en cuanto a la altura de inserción de mazorca.

Tabla 15. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AIM E IM a los 60 días posteriores a la siembra

Efectos individuales/ interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo mm	Número de hojas	Altura de inflorescencia masculina cm	Inserción de la mazorca cm
Profundidad					
A	167,03b	20,26b	15	44,6	76,1b
B	174,48 ^a	22,19 ^a	15	43,5	80,2 ^a
Error estándar	1,92	0,27	0,09	0,63	1,06
Marcos					
1	160,78b	18,59b	14 b	43,01	73,4b
2	178,63 ^a	22,37 ^a	15 a	43,8	81,05 ^a
3	172,86 ^a	22,72 ^a	15 a	45,35	80,01 ^a
Error estándar	2,26	0,34	0,11	0,78	1,25
Interacción					
A-1	164,3	20,23b	14b	45,1	73,13b
A-2	167,73	21,56b	15 ^a	43,96	78,43ab
A-3	169,06	21,33b	15 ^a	44,73	76,73ab
B-1	172,76	20,03b	15 ^a	42,23	79,23ab
B-2	175,93	23,68 ^a	15 ^a	43,36	83,93 ^a
B-3	174,76	20,51b	15 ^a	44,93	77,46ab
Error estándar	3,19	0,43	0,16	1,10	1,77

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

4.4. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AIM E IM a los 60 días después de la siembra del maíz. (Experimento 2).

En la **Tabla 16** se relaciona el comportamiento de las variables estudiadas altura de planta, diámetro del tallo, número de hojas, altura de la inflorescencia masculina e inserción de mazorca a los 60 días después de la siembra del maíz para el segundo experimento.

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.

Con respecto a la profundidad de siembra se obtuvo diferencia significativa en cuanto a las variables altura de planta, número de hojas, inflorescencia masculina e inserción de mazorca, evidenciando que las plantas sembradas en profundidad a 20cm y que recibieron arroje mostraron una mejor respuesta en cuanto altura de planta, número de

hojas, inflorescencia masculina e inserción de mazorca comparadas con las plantas sembradas en profundidad de 5cm.

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, número de hojas, inflorescencia masculina e inserción de mazorca presentando los mejores comportamientos el marco 1 con un distanciamiento de siembra de 0,30m x 0,20m x 0,70m y el marco 2 con un distanciamiento de siembra de 0,30m x 0,30m x 0,70m, con una densidad de 74 259 y 66 933 plantas por hectárea y con una dosis de fertilización de 326 y 294 kilogramos de nitrógeno por hectárea respectivamente.

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 humedecido así como del sistema radicular demostraron que el desarrollo de las plantas en este tratamiento tenían similitud lo cual demuestra que la respuesta de la planta respecto a la altura esté condicionada más por la competencia que por el área humedecida en la zona de desarrollo radicular, teniendo en cuenta el bulbo húmedo y el desarrollo radicular de las plantas que crecieron con la siembra en profundidad.

En cuanto a las interacciones el marco 2 y 3 sembrado en profundidad de 20cm con arroje mostraron las mejores medias en las variables altura de planta, número de hojas e inserción de mazorca comparados con la media de aquellas plantas que fueron sembradas en superficie de 5cm sin arroje 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 e inserción de mazorca alcanzados a los 60 días fueron inferiores a los plantados por (Rodríguez, 2013; Ortiz, 2014; López, 2015; Valencia, 2015 y Vergara, 2016) en su investigación de tesis. Sembrado a una hilera por cinta de riego.

Tabla 16. Valores promedios de las variables: AP, DT, NH, AIM, E IM a los 60 días posteriores a la siembra

Efectos individuales/ interacción	Altura de planta en cm	Diámetro del tallo mm	Número de hojas	Altura de inflorescencia masculina cm	Inserción de la mazorca cm
Profundidad					
A	161,76b	18,27	15 b	40,9 b	77,3b
B	169,64 ^a	18,7	16 a	43,05 ^a	82,45 ^a
Error estándar	2,25	0,28	0,13	0,69	1,04
Marcos					
1	177,8 ^a	18,34	15	41,66ab	83,13 ^a
2	172 ^a	18,85	15	43,58 ^a	79,08b
3	147,3b	18,26	15	40,68b	77,41b
Error estándar	2,47	0,34	0,14	0,84	1,28
Interacción					
A-1	168,33ab	18,63	16a	41,83	81,83 ^a
A-2	158,8bc	17,3	14b	40,1	79 ^a
A-3	150,83c	18,5	14b	39,53	71,03b
B-1	175,66a	19,01	16 ^a	43,06	81,86 ^a
B-2	175,16 ^a	18,7	16 ^a	43,43	84,63 ^a
B-3	165,43ab	18,76	16 ^a	43,9	80,9 ^a
Error estándar	3,91	0,49	0,23	1,19	1,52

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

4.5. Determinación de los componentes de rendimiento del experimento uno.

En la **tabla 17** se observan los resultados de los indicadores productivos del experimento 1. El análisis estadístico de la respuesta productiva del híbrido de maíz AGRI 104, no expresó diferencia significativa en cuanto a la siembra tanto en superficie a 5cm como a profundidad a 20cm, con respecto al marco de plantación las mejores respuestas fueron los marcos de 0,70m y 0,90m entre hileras x 0,30m entre plantas que fueron superior al marco 1 que fue sembrado a 0,40m entre hileras x 0,30m entre plantas a una sola cinta de riego por hilera. Respecto a las interacciones el marco de 0,90 en superficie y 0,70 en profundidad x 0,30m entre plantas resultando los de mejor comportamiento en los indicadores productivos.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se considera que el peso de la mazorca con y sin hoja, longitud de la mazorca y número de hileras fueron superiores a los reportadas por Valencia, 2015; en la que evaluó el efecto de 5 niveles de nitrógeno en el

cultivo de maíz (*Zea mays* L.) vía riego por goteo, utilizando dos fuentes de fertilizante. El mejor resultado lo obtuvo con dosis de fertilización de 240kg/ha de Nitrógeno y con una densidad de plantación de 83 333 pl/ha entre los resultados que evaluó se encuentran los siguientes: Peso de la mazorca con brácteas 177,4gr; peso de la mazorca sin brácteas 155,2gr; longitud de mazorca sin brácteas 17,8cm; número de hileras 14.

Según Rodríguez, 2013; en su investigación de tesis que comparo dos densidades diferentes una de 37.037 plantas/ha y la otra de 62.500 plantas/ha. Los resultados q obtuvo en cuanto al peso de la mazorca con hoja fue superior de 359 g; e inferior en cuanto al peso de la mazorca sin hoja de 195 g; e igual al número de hileras 14.

Mientras tanto que Vergara en el 2016. En su tesis en las que evaluó agrónomicamente a 4 híbridos de maíz duro seco (*Zea mays* L.) en la zona del triunfo de la provincia del Guayas. Los resultados que demostró sobre el Agri 104 fueron inferiores en cuanto al peso de mazorca 141,7gr; longitud de la mazorca 16,5cm; e igual en el número de hileras por mazorca 14.

En cuanto a López., 2015. En su investigación que consistió en Bioestimulante en la fertilización nitrogenada y completa de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L) con el uso de fertiriego por goteo. Con una densidad de plantación de 83 333 plantas con una dosis compuesta de N = 123 kg/ha; P₂O₅ = 60 kg/ha; K₂O = 100 kg/ha y 1 litro de Kinetin. Obtuvo resultados inferiores en cuanto al peso de la mazorca sin brácteas 164,55g e igual al número de hileras 14.

Mientras que (Ortíz, 2014), en una investigación realizada en el Cantón Simón Bolívar Provincia del Guayas utilizando 3 distanciamientos de siembra con el híbrido Agri 104, en la cual el marco 2 que fue de 0,90m x 0,139m y con una densidad de 79 936 pl/ha; Los resultados que obtuvo fueron superiores en cuanto a la Longitud de mazorca 18,9cm y circunferencia de mazorca 17cm e igual al número de hilera por mazorca 14.

Tabla 17. Indicadores productivos del experimento 1.

Factor	PMCH gr	PMSH gr	LM cm	CM cm	PG x M gr	PT gr	NH	NG
Profundidad								
A	209,9 ^a	191,96 ^a	16,68 ^a	15,41 ^a	156,69 ^a	37,13 ^a	14,33 ^a	444,32 ^a
B	217,9 ^a	204,28 ^a	17,00 ^a	15,27 ^a	163,11 ^a	39,26 ^a	13,84 ^b	448,18 ^a
Error Est.	6,75	6,33	0,25	0,14	5,12	1,31	0,14	10,25
Marcos								
1	160,08 ^b	150,24 ^b	14,73 ^b	14,52 ^b	120,44 ^b	28,79 ^b	13,97 ^a	390,4 ^b
2	231,75 ^a	214,74 ^a	17,78 ^a	15,51 ^a	174,22 ^a	41,99 ^a	14,17 ^a	475,88 ^a
3	249,74 ^a	229,38 ^a	18,03 ^a	15,99 ^a	185,04 ^a	43,81 ^a	14,13 ^a	472,47 ^a
Error Est.	8,27	7,76	0,32	0,17	6,27	1,61	0,17	12,56
Interacciones								
A-1	163,85 ^b	153,36 ^b	14,47 ^b	14,77 ^{cd}	125,66 ^c	30,04 ^c	14,27 ^{ab}	406,3 ^b
A-2	207,05 ^{ab}	187,98 ^{ab}	17,32 ^a	15,23 ^{bc}	152,16 ^b	36,48 ^b	14,4 ^a	462,77 ^a
A-3	258,62 ^a	234,55 ^a	18,27 ^a	16,22 ^a	192,27 ^a	44,88 ^a	14,33 ^a	463,9 ^a
B-1	156,32 ^b	147,12 ^b	14,98 ^b	14,28 ^d	115,22 ^c	27,54 ^c	13,67 ^b	374,5 ^b
B-2	256,46 ^a	241,49 ^a	18,24 ^a	15,78 ^{ab}	196,29 ^a	47,51 ^a	13,93 ^{ab}	489 ^a
B-3	240,87 ^a	224,22 ^a	17,78 ^a	15,75 ^{ab}	177,82 ^a	42,74 ^{ab}	13,93 ^{ab}	481,03 ^a
Error Est.	11,70	10,97	0,45	0,25	8,87	2,27	0,24	17,76

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

4.6. Determinación de los componentes de rendimiento del experimento dos.

En la **tabla 18** se observan los resultados de los indicadores productivos del experimento 2. El experimento evidenció que en la profundidad de siembra de 20cm el híbrido evaluado presentó la mejor respuesta, comparada con la siembra a 5cm; con respecto al marco de plantación la mejor respuesta se tuvo con el de 0,70m entre pasillos x 0,30m entre hileras x 0,30m entre plantas a una sola cinta de gotero colocada en la hilera estrecha. En el análisis de las interacciones el tratamiento 0,70 x 0,30 x 0,30m con una sola cinta de gotero colocada en la hilera estrecha sembrada a una profundidad de 20 cm. Este tratamiento con arroje fue el que mejor resultado obtuvo en todas sus variables. En la que resalta el peso total de los granos, hileras y granos totales por mazorca con un promedio de 169,3g; 14,27 y 424,8 respectivamente.

Tabla 18. Indicadores productivos del experimento 2.

Factor	PMCH gr	PMSH gr	LM cm	CM cm	PG x M gr	PT gr	NH	NG
Profundidad								
A	157,87b	140,5b	14,99b	14,43b	115,87b	25,25b	14,3 ^a	368,39 ^a
B	192,26 ^a	177,52 ^a	16,92 ^a	14,93 ^a	141,39 ^a	33,04 ^a	14,09 ^a	392,54 ^a
Error Est.	6,20	5,71	0,24	0,13	4,73	1,22	0,14	9,82
Marcos								
1	174,44ab	157,47ab	15,68 ^a	14,7ab	128,4 ^{ab}	29,13 ^{ab}	14,07 ^a	368,3 ^a
2	197,20 ^a	179,40 ^a	16,57 ^a	15,13 ^a	145,9 ^a	32,66 ^a	14,35 ^a	392,9 ^a
3	153,56b	140,16b	15,62 ^a	14,22b	111,6b	25,65b	14,17 ^a	380,2 ^a
Error Est.	7,59	6,99	0,29	0,16	5,79	1,49	0,17	12,03
Interacciones								
A-1	165,8bc	147,2bc	15,1cd	14,6bc	124,8b	25,8c	14,27 ^a	385,7abc
A-2	168,5bc	149,2bc	15,3cd	14,8b	122,5bc	26,8bc	14,43 ^a	361,1bc
A-3	139,4c	125,1c	14,6d	13,9c	100,4c	23,2c	14,2 ^a	358,4bc
B-1	183,1b	167,7b	16,2bc	14,8b	132,1b	32,5b	13,87 ^a	350,9c
B-2	225,9 ^a	209,6 ^a	17,9 ^a	15,5 ^a	169,3 ^a	38,5 ^a	14,27 ^a	424,8 ^a
B-3	167,8bc	155,2b	16,7b	14,5bc	122,8bc	28,1bc	14,13 ^a	401,9ab
Error Est.	10,73	9,89	0,41	0,23	8,19	2,11	0,24	17,01

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

En la **tabla 19** se muestran los rendimientos en toneladas por hectárea de cada uno de los tratamientos del experimento 1.

En el análisis de rendimiento por hectárea el mejor tratamiento fue el 1 sembrado en superficie a 5 cm de profundidad con un distanciamiento de siembra de 0,40 metros entre hileras x 0,30 metros entre plantas con un rendimiento de 10,82 toneladas por hectárea, seguido del tratamiento 4 sembrado a profundidad de 20 cm, con un rendimiento de 9,99 toneladas por hectárea tanto con el 100% de la producción como con el 80%. Estos resultados están dados por el aumento de la densidad poblacional si comparamos el número de plantas por tratamiento hay una diferencia de 35 965 plantas en el tratamiento 5 con respecto a los otros tratamientos y con un peso promedio de 0,20kg.

De acuerdo con Valencia, 2015 y Ortiz, 2014 que con una dosis de 240-340kg/ha de nitrógeno y con una alta densidad de plantas el rendimiento suele aumentar, aunque a veces inciden otros factores en el rendimiento.

Los resultados obtenidos fueron superiores a los reportados por López y Valencia 2015; Vergara y Monteros 2016; Rodríguez, 2013; Molina, 2010) pero inferior a los resultados obtenidos por Ortiz en el año 2014 con el híbrido AGRI 104 sembrado en la época seca con una densidad de 79 936pl/ha y con un rendimiento de 9,81t/ha.

Tabla 19. Rendimiento en t/ha para el experimento 1.

Densidad de plantas	Kilogramo	t/ha (100% de la producción)	t/ha (80% de la producción)
83250 ^a	0,13e	10,82 ^a	8,66 ^a
47286b	0,15d	7,09d	5,67d
36963c	0,19b	7,02e	5,62e
83250 ^a	0,12f	9,99b	7,99b
47286b	0,20 ^a	9,46c	7,57c
36963c	0,18c	6,65f	5,32f

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

En la **tabla 20** se muestran los rendimientos en toneladas por hectárea de cada uno de los tratamientos del experimento 2.

En el análisis de rendimiento por hectárea se destacó el tratamiento 5 sembrado a profundidad de 20 cm, con un distanciamiento de siembra de 0,70 x 0,30 x 0,30 metros entre plantas con un rendimiento de 11,38 toneladas por hectárea, seguido del tratamiento 4 sembrado también a profundidad de 20 cm, con un rendimiento de 9,65 toneladas por hectárea tanto con el 100% de la producción como con el 80%.

Resultados inferiores reportaron (López y Valencia 2015; Vergara y Monteros 2016; Rodríguez, 2013; Molina, 2010) en sus investigaciones realizadas.

Tabla 20. Rendimiento en t/ha para el experimento 2.

Densidad de plantas	Kilogramo	t/ha(100% de la producción)	t/ha(80% de la producción)
74259 ^a	0,12c	8,91c	7,13c
66933b	0,12c	8,03d	6,42d
60273c	0,10c	6,03f	4,82f
74259 ^a	0,13b	9,65b	7,72b
66933b	0,17 ^a	11,38 ^a	9,10 ^a
60273c	0,12c	7,23e	5,78e

Letras diferentes en una misma columna difieren para ($p < 0,05$), según Tukey.

4.7. Cálculo del efecto económico (experimento uno)

En la **tabla 21** se refleja el análisis económico del experimento 1 en cada uno de sus tratamientos.

Según el efecto económico del riego por goteo en el cultivo del maíz AGRI 104 bajo diferentes marcos y profundidad de siembra. En el ingreso neto muestra una diferencia entre el tratamiento 5 y 6 de 765 dólares. Con respecto a los costos totales la diferencia entre el tratamiento 1 y 6 fue de 615 dólares; mientras que el costo por dólar producido el tratamiento 5 con un distanciamiento de siembra de 0,70 x 0,30 m sembrado en profundidad de 20 cm con arroyo, fue el que mayor ganancias y rentabilidad generó con respecto a los otros tratamientos y que sobresalió en todas sus variables estudiadas.

Tabla 21. Análisis económico del experimento 1.

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Rendimiento (q/ha)	Precio de Venta (\$)	Ingreso Bruto (\$)	Costo totales (\$)	Ingreso Neto (\$)	Rentabilidad (\$)	Costo/\$Producido (\$)
1	10.82	238	15	3570	1395	2175	156	0.39
2	7.09	156	15	2340	894	1446	162	0.38
3	7.02	154	15	2310	780	1530	196	0.34
4	9.99	220	15	3300	1395	1905	137	0.42
5	9.46	208	15	3120	894	2226	249	0.29
6	6.65	146	15	2190	780	1410	181	0.36

4.8. Cálculo del efecto económico (experimento dos)

En la **tabla 22** se observa el análisis económico del experimento 2 en cada uno de sus tratamientos

De acuerdo con el objetivo específico del análisis económico se evidenció que el ingreso neto muestra una diferencia entre el tratamiento 5 y 3 de 1592 dólares. Con respecto a los costos totales la diferencia entre el tratamiento 1 y 6 fue de 256 dólares; mientras que el costo por dólar producido el tratamiento 5 con un distanciamiento de siembra de 0,70 x 0,30 x 0,30m sembrado en profundidad de 20 cm con arroyo, fue el que mayor ganancias y rentabilidad generó con respecto a los otros tratamientos y que sobresalió en todas sus variables estudiadas.

Los resultados reportados por Molina, 2010; Ortíz, 2014; López y Valencia 2015; y Vergara 2016 reportaron un rendimiento en Tm/ha inferior a los obtenidos en la investigación. En cuanto al ingreso neto reportado por López y Valencia fueron superiores a los reportado en la investigación y a los resultados de los otros autores mencionados anteriormente.

Según Valencia, 2015 menciona que con una fertilización de 240kg/ha de nitrógeno y con una densidad de plantación de 83 333 pl/ha en la que obtuvo un rendimiento de 9,8t/ha y con un beneficio neto de 2995,7 dólar.

Los niveles de fertilización con 180 y 240 kg N/ha presentaron promedios de rendimiento superiores a los 9000 kg/ha de grano duro de maíz, superiores a los encontrados por Ramón (2014) en la zona de El Triunfo, en un experimento en el cual probó varios niveles de nitrógeno en la variedad de maíz INIAP H-551, cuyos rendimientos fueron inferiores a los 6000 kg/ha, esto se dio posiblemente por el bajo potencial de rendimiento del H-551 y por la convencional fertilización con nitrógeno que realizó.

Este resultado es similar a los resultados obtenidos por Almaguer (2013), pues con las dosis de 240 kg N/ha logró llegar a la máxima producción. En tanto que, con la dosis de 300 kg/ha de N (nitrógeno) no hubo buenos resultados ya que la producción se vino en descenso.

Estos resultados coinciden con el estudio realizado por Barrios et al. (2012), que determinó que, al aumentar la dosis de fertilizante nitrogenado el cultivo tiende a incrementar sus rendimientos, mientras que con la dosis más baja se obtuvo comportamientos estadísticamente similares al del testigo absoluto.

Según (Vallone, *et al.*, 2010). En un ensayo llevado a cabo en Argentina sobre densidades de siembra con 50.000; 65.000; 80.000; 95.000 y 110.000 pl/ha, el rendimiento tuvo respuesta significativa, se alcanzó un máximo de rendimiento entre 65.000 y 80.000 pl/ha. Con densidades mayores decae el rendimiento por abortos de granos y aumento de individuos estériles y en densidades bajas por la escasa capacidad de compensación tanto vegetativa como reproductiva.

(INTA, 2012) indica que la siembra de cultivo de maíz en surcos apareados o doble fila, es considerada una opción para los productores de maíz, proporcionando un mayor espacio entre las plantas, permitiendo así una mayor población y mayor número de espigas, lo que permite alcanzar metas más altas de rendimiento en los cultivos.

Tabla 22. Análisis económico del experimento 2.

Tratamiento	Rendimiento (t/ha)	Rendimiento (q/ha)	Precio de Venta (\$)	Ingreso Bruto (\$)	Costo totales (\$)	Ingreso Neto (\$)	Rentabilidad (\$)	Costo/\$Producido (\$)
1	8.91	196	15	2940	1289	1651	128	0.44
2	8.03	177	15	2655	1196	1459	122	0.45
3	6.03	133	15	1995	1033	962	93	0.52
4	9.65	212	15	3180	1289	1891	147	0.41
5	11.38	250	15	3750	1196	2554	214	0.32
6	7.23	159	15	2385	1033	1352	131	0.43

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con el riego localizado se logró un bulbo de humedecimiento de 0,52m en sentido horizontal con una profundidad de 0,29m lo que permite crear una zona de humedecimiento adecuada para el cultivo de maíz dado en crecimiento del sistema radicular que oscilo entre 0,45m y 0,69m en sentido horizontal y profundidad entre 0,17m y 0,15m.
2. De acuerdo con los resultados alcanzados en cada uno de los tratamientos evaluados en el experimento con marco de plantación sencillo el tratamiento que mostro el mejor comportamiento a los 60 días del ciclo fue el de 0,70m entre hileras x 0,30m entre plantas con 0,20m de profundidad alcanzando una altura de 175, 93cm y con una densidad de 47 286 plantas por hectárea.
3. 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 con el tratamiento de 0,30m entre plantas x 0,20m entre líneas estrechas x 0,70m entre pasillos y sembrado a 0,20m de profundidad, alcanzando una altura de 175,66cm. Con una densidad de siembra de 74 259 plantas por hectárea.
4. En el experimento 1 el tratamiento 1 con una densidad de 83 250 pl/ha fue el que mejor resultado obtuvo con un rendimiento de 10,82t/ha. Sembrado en superficie a 5cm. Mientras que en el experimento 2 la densidad poblacional no incidió, pero si el peso de los granos por mazorca siendo el tratamiento 5 con una densidad de 66 933 plantas y con un marco de siembra de 0,70 x 0,30m el que mejor resultado obtuvo con un rendimiento de 11,38t/ha. Sembrado en profundidad de 20cm con arroje.
5. En cuanto al análisis económico tanto para el experimento 1 como para el experimento 2 sembrado en profundidad de 20cm con arroje el tratamiento 5 a una hilera por cinta como a doble hilera por cinta, con una densidad de 47 286 y 66 933 fue el que menor gasto de producción y mayores ganancias género con respecto a los otros tratamientos.
6. En cuanto al estado nutricional de las plantas para el experimento 1 y el marco de plantación 1 fue de 366kg/ha de nitrógeno al 46% con una densidad de plantación de 83 250 pl/ha y para el experimento 2 el marco 2 fue de 294kg/ha de nitrógeno al

46% y con una densidad de plantación de 66 933pl/ha los cuales que fueron los 2 marcos que obtuvieron los mayores rendimientos en Tm/ha.

7. Con un tipo de suelo franco arcilloso, una capacidad de campo del 35%, con un punto de marchitez del 17%, una densidad aparente de 1,25g/cm³ y un límite productivo del 85%. El riego para este tipo de suelo debe ser cada 2 días la frecuencia y con un tiempo de 33 minutos con sistema de riego por goteo. Todos estos valores cambian dependiendo del tipo de suelo y de las condiciones climáticas.
8. Conociendo las exigencias de este híbrido y de las condiciones climáticas de los últimos 11 años concluimos que utilizando distanciamientos adecuados tanto a una hilera por cinta como a doble hilera por cinta se obtendrán mayores rendimientos en Tm/ha.

RECOMENDACIONES:

Se recomienda desarrollar nuevas investigaciones en la que se estudien el comportamiento de híbridos con potencial productivo para la zona, teniendo en cuenta los factores estudiados o identificando otros, que puedan tener incidencia en el comportamiento de estos híbridos.

Socializar los resultados obtenidos con los productores del territorio con el propósito de proporcionarle ayuda en el incremento productivo de sus áreas.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Almaguer, J. 2013. Revista de desarrollo local sostenible. “Fertilización nitrogenada, impactos sobre los rendimientos y el medio ambiente”. V. 6 No. 16.
2. Álvarez, R. 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
3. Barrios, M.; García, J. y Busso C. 2012. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de nitrato y amonio en el suelo y la planta de maíz. BIAGRO 24(3): 213-220.
4. 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.
5. Cavero, J. 2012. Fertirrigación en maíz: boletín de Fertiriego, Csic-Aula Dei. Tierras De Castilla Y León: Agricultura 190: 48-52 (2012)
6. Centro Internacional De Mejoramiento De Maíz y Trigo (CIMMYT), 2013. Maíz. Consultado el 05 de diciembre del 2016. Disponible en http://www.cimmyt.org/es/que_hacemos/investigación-sobre-maíz.
7. 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.
8. Chila, J. 2015. Efecto de distancia de siembra en el comportamiento agronómico del maíz (*Zea mays* L.) Híbrido 2b 604 en época de invierno en la zona de Quevedo”

Tesis de grado Universidad Técnica Estatal de Quevedo Unidad de Estudios a Distancia.

9. Díaz, T.; Y.; Lizárraga, R.; López, A. 2014. Uso eficiente del agua y producción óptima en maíz. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23(1): 32-36 Consultado 05 Diciembre 2016. Disponible en:<http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=e39a8331-5dc4-4365-9ce2-ac23a65e71a5%40sessionmgr110&vid=2&hid=121>
10. FAO, 2012. Crop Water Information: Maíz (en línea). Consultado el 05 de Diciembre de 2016. Disponible en: http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_maize.html
11. Francia, V. 2007. Enfermedades del maíz y su manejo. Instituto Colombiano Agropecuario. (ICA). Printed in Colombia. Compendio Ilustrado. Pág. 56.
12. Gaibor, B. 2010. Determinación de dosis óptima fisiológica y económica de nitrógeno en dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.), en la zona de Boliche. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 68 p.
13. García, A. 2012. Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. *Informaciones Agronómicas*, 27. Consultado el 05 de diciembre del 2016. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/B3BD103283DDD85257A2F005EF91B/\\$FILE/6%20Art.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/B3BD103283DDD85257A2F005EF91B/$FILE/6%20Art.pdf)
14. García, I y Briones, G. 2015. Sistema de Riego Por Aspersión Y Por Goteo. 3ra Edición. México. Editorial Trillas, UAAAM
15. INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGOPECUARIAS 2013. Información proporcionada por el Programa de Mejoramiento de Maíz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue. Quevedo-Ecuador.

16. INEC, 2016. (Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censo). Fuente: ESPAC. Unidad De Estadísticas Agropecuarias.
17. 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.
18. López, G. 2015. Bioestimulante en la fertilización nitrogenada y completa de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.) con el uso de fertiriego por goteo. Pág. 98.
19. Magallón, M. 2013. Estudio de tres épocas de aplicación de nitrógeno en tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en el cantón Ventanas, provincia de Los Ríos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. p 27.
20. Molina, R. 2010. “Evaluación de seis híbridos de maíz amarillo duro; INIAP H-601, INIAP H 553, HZCA 315, HZCA 317, HZCA 318, AUSTRO 1, frente a dos testigos, AGRI 104 y Dekalb DK-7088, sembrados por el agricultor local, en San Juan- Cantón Pindal- Provincia de Loja”. Pág. 121.
21. Monteros, A. 2016. Rendimientos de maíz duro seco verano. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura Y Pesca Quito, Ecuador. Pág. 14.
22. Ortiz, J. 2014. “Evaluación de tres distanciamientos de siembra con los híbridos de maíz (*Zea mays* L.) Gladiador 688 y AGRI 104 en el Cantón Simón Bolívar provincia del Guayas”. Tesis de grado de ingeniero agrónomo. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad de Guayaquil. EC. 79 p.
23. Otal, 2012. Experiencia del riego localizado superficial y enterrado en cultivos intensivos en la oficina de regantes Aragón. España.

24. Palestina, S. 2015. Sistema para programar y calendarizar el riego de los cultivos en tiempo real. Consultado el 05 de diciembre del 2016. Disponible en: http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/2600/Servin_Palestina_M_MC_Hidrociencias_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y
25. 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.
26. 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.
27. 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 en el cantón Pindal, Provincia De Loja. Ec.
28. Soltero D. L., Garay L. C., Ruiz C. J. A. 2010. Respuesta en rendimiento de híbridos de maíz a diferentes distancias entre surcos y densidades de plantas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.1 Núm.2 1. p. 149-158.
29. TROPICALCIS. 2009. Maíz de grano con mayor tolerancia a la sequía (En línea). Disponible en: <http://tropicalcis.com/maices/maices-de-grano-2/AGRI-104/>. (Revisado el 23 de enero del 2013).
30. TROPICALCIS. 2010. Ficha técnica del híbrido de maíz AGRI 104 área de agro negocios. Consultado el 12 de enero del 2015- disponible en: www.agri-nova.com
31. Valencia, G. 2015. “Efecto de cinco niveles de niveles de nitrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) vía riego por goteo, utilizando dos fuentes de fertilizante” pág. 94.

32. Vallone, P., *et al.* 2010. Ensayo de densidad y distancias de siembra en maíz. INTA. Estación Experimental Marcos Juárez. Argentina. pp. 11-15. Disponible en: agrolluvia.com/wp-content/uploads/2016/12/ENSAYO-DE-DENSIDAD-Y-DISTANCIA-DE-SIEMBRA-DE-MAIZ.pdf. (Revisado en diciembre 05 del 2016).
33. Velásquez, J. y Vinces, E. 2011. Comportamiento agronómico de 15 híbridos de maíz amarillo (*Zea mays* L.) en el valle del río Portoviejo. Universidad Técnica de Manabí. Tesis de grado. p. 60.
34. Vergara, J. 2016. “Evaluación Agronómica de cuatro híbridos de maíz duro seco (*Zea mays* L.) en la zona el Triunfo de la Provincia del Guayas”. p. 71.
35. Vinces, V., Ademar, J., Briones, V., & Xavier, E. 2013. Comportamiento agronómico de quince híbridos de maíz amarillo *Zea mays* L. En el Valle del Río Portoviejo.

ANEXOS



Fig. 1. Ubicación del terreno



Fig. 2. Cuadre del terreno



Fig. 3. Tendido de mangueras



Fig. 4. Calculo del riego



Fig. 5. Tiempo de riego



Fig. 6. Siembra



Fig. 7. Emergencia del maíz



Fig. 8. Raleo



Fig. 9. Crecimiento lento



Fig. 10. Crecimiento acelerado



Fig. 11. Desmalezado



Fig. 12. Fertilización



Fig. 13. Aplicación de Solaris (Spinetoram)



Fig. 14. Pudrición acuosa del tallo *Dickeya zeae* (*Erwinia chrysanthemi*)



Fig. 15. Control con Phyton (Sulfato de cobre pentahidratado)



Fig. 16. Realización de calicatas



Fig. 17. Medición del cono de humedecimiento



Fig. 18. Medición del sistema radicular



Fig. 19. Altura de planta



Fig. 20. Diámetro del tallo



Fig. 21. Número de hojas por planta



Fig. 22. Altura de la flor masculina



Fig. 23. Altura de la inserción de la mazorca



Fig. 24. Polinizadores



Fig. 25. Maíz cubierto con un cono blanco de hoja de papel bon



Fig. 26. Cosecha



Fig. 27. Mazorcas de maíz enumerada con su respectivo tratamiento



Fig. 28. Peso de la mazorca con hoja



Fig. 29. Peso de la mazorca sin hoja



Fig. 30. Longitud de la mazorca



Fig. 31. Circunferencia de la mazorca



Fig. 32. Número de hileras por mazorca



Fig. 33. Muestra del maíz en su respectiva funda



Fig. 34. Desgrane de la mazorca



Fig. 35. Conteo de los granos



Fig. 36. Pesaje de los granos



Fig. 37. Pesaje de la tuza u olate



Fig. 38. Hoja de toma de datos



Fig. 39. Rendimiento por tratamiento