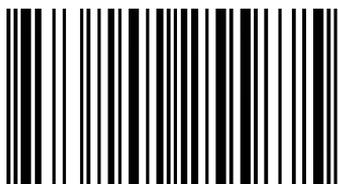


Parámetros hídricos: cultivo de maíz en el Valle de Joa, Ecuador

El presente libro es el resultado del estudio donde se evaluaron los efectos de las frecuencias, tiempo de riego y dosis nitrogenadas adecuadas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) bajo riego por goteo en el valle de Joa, Jipijapa, Manabí, Ecuador. Los factores estudiados fueron, tiempo de goteo: 1 hora y 3 horas; frecuencia de riego: diario y cada 3 días, y, fertilización nitrogenada: 50, 100 y 150 kg ha⁻¹. Los datos tomados y evaluados estadísticamente fueron, altura de la planta (cm), altura de la inserción de la mazorca (cm), número total de hojas, diámetro del tallo, longitud y diámetro de la mazorca, rendimiento (kg ha⁻¹). Además, se calculó la Lámina de Riego, Costo de los Tratamientos, Evapotranspiración Potencial Mensual, Evapotranspiración de Referencia (ET_o), Evapotranspiración del Cultivo o Real (ET_c) y Volúmenes de Agua Requeridos en el Cultivo del Maíz. Finalmente, se pudo establecer la lámina de riego adecuada para el cultivo de maíz (15mm), se determinó la mejor dosis nitrogenada (50 kg ha⁻¹), se identificó a realidad económica del estudio con una TRM del 77.21%.

Alvarez Martha, Ingeniera Civil, Universidad Técnica de Manabí - Portoviejo. Máster en Riego y Drenaje, Universidad Agraria del Ecuador - Guayaquil. Contratista de obras civiles. Docente Contratada de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, año 2008 - 2015. Actualmente Docente Titular Auxiliar - Universidad Estatal del Sur de Manabí.



978-620-2-25587-5

editorial académica **española**



Martha Johana Álvarez Álvarez · Hugo Agustín Álvarez Plúa

Parámetros hídricos: cultivo de maíz en el Valle de Joa, Ecuador

Producción y calidad del maíz (*Zea mays*.L) bajo riego por goteo en el Valle de Joa, Cantón Jipijapa, Provincia de Manabí

**Martha Johana Álvarez Álvarez
Hugo Agustín Álvarez Plúa**

Parámetros hídricos: cultivo de maíz en el Valle de Joa, Ecuador

**Martha Johana Álvarez Álvarez
Hugo Agustín Álvarez Plúa**

Parámetros hídricos: cultivo de maíz en el Valle de Joa, Ecuador

**Producción y calidad del maíz (*Zea mays*.L) bajo
riego por goteo en el Valle de Joa, Cantón Jipijapa,
Provincia de Manabí**

Editorial Académica Española

INIAP - ESTACION EXPERIMENTAL PORTOVIEJO

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademarks, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

Publisher:

Editorial Académica Española

is a trademark of

International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

17 Meldrum Street, Beau Bassin 71504, Mauritius

Printed at: see last page

ISBN: 978-620-2-25587-5

Copyright © Martha Johana Álvarez Álvarez, Hugo Agustín Álvarez Plúa

Copyright © 2018 International Book Market Service Ltd., member of OmniScriptum Publishing Group

All rights reserved. Beau Bassin 2018

AGRADECIMIENTO

A Dios que me ha permitido concluir una fase más de preparación de mi vida profesional.

A la Universidad Agraria del Ecuador por permitirme culminar con éxito este logro académico, a sus directivos, docentes, trabajadores, que siempre estuvieron prestos a colaborar.

Al Ing. Cesar Moran, tutor de la tesis por ser una guía fundamental en esta investigación.

Al SIPUAE, a mi estimada amiga Olguita López Mora que me incentivo y apoyo en este proceso de titulación.

Al Presidente de la Comuna Joa, Sr. Sócrates Quimis y a los señores miembros de la Asociación por colaborar en realización el ensayo de campo en sus instalaciones, a cada uno de mis amigos y aquellas personas que de alguna u otra manera colaboraron para la realización de esta investigación.

DEDICATORIA

A mi señor padre el Ing. Hugo Álvarez Plúa, quien me llevó de su mano y me impulsa como siempre a superarme en todo ámbito y lograr que yo obtuviese mi título como magister.

A mi madre la Ing. Marbella Soraya Álvarez Vásquez, que me acompañó en este proceso y me alentó para no desmayar en el camino.

A mis hijos Derek Isay y Candy Sofia porque son mi vida y mi motor de superación.

A mi esposo el Ing. Kléber Delgado Tuárez, que me apoyó en todo momento durante mi proceso de aprendizaje y culminación de la maestría.

A mis hermanos el Lic. Hugo Álvarez y el Dr. Agustín Álvarez, a mis hermosos sobrinos Román Y Sami, mis abuelos, tíos, primos y a todos mis amigos, colegas quienes me ayudaron y estimularon a llegar a cumplir esta meta.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de las frecuencias, tiempo y dosis nitrogenadas más adecuadas como una contribución para el mejoramiento de la producción y calidad del cultivo de maíz (*Zea mays L*) bajo riego por goteo en el valle de Joa, cantón Jipijapa, provincia de Manabí. Así como establecer la lámina de riego adecuada para el cultivo de maíz, determinar la mejor dosis nitrogenada y realizar una evaluación económica de los tratamientos en estudio. Se realizó durante el ciclo de verano del 2015, en el sitio Joa, cantón Jipijapa, Provincia de Manabí, que se encuentra ubicado geográficamente entre las coordenadas UTM 9847724 y 17 M 0541156. Los factores de estudio fueron Tiempo de goteo T1. 1 hora y T2. 3 horas, frecuencia de riego F1. Diario F2. Cada 3 días y Fertilización Nitrogenada D1. 50 kg ha⁻¹ D2. 100 kg ha⁻¹ y D3. 150 kg ha⁻¹.

La semilla de maíz que fue empleada es el híbrido INIAP-601 de color amarillo. El Tipo de diseño fue el Diseño experimental de Parcelas subdivididas. El manejo del experimento fue de acuerdo a las recomendaciones técnicas dadas para su adecuado manejo. Los datos tomados y evaluados estadísticamente fueron:

Altura de la planta (cm), Altura de la inserción de la mazorca (cm), Número total de hojas, Diámetro del Tallo, Longitud y diámetro de la Mazorca, Rendimiento (kg ha⁻¹). Además, se calculó la lámina de riego, Costo de los tratamientos, Evapotranspiración Potencial Mensual, Evapotranspiración de Referencia (ET_o), Evapotranspiración del Cultivo o Real (ET_c) y Volúmenes de agua requeridos en el cultivo del maíz

Las conclusiones fueron que la lámina de riego encontrada (15mm)

fue inferior a la requerida por el cultivo de maíz (350mm), las variables agronómicas y de rendimiento no estuvieron influenciadas por los factores en estudio. El factor fertilización su comportamiento es diferente individualmente, la mejor respuesta se obtiene con las dosis más baja, mientras que los mayores promedio se logran cuando se combinan con los otros factores en estudio.

El mejor tratamiento en cuanto a rendimiento fue T1F1D3 que alcanzo 7049 kg ha⁻¹.

La mejor Tasa de Retorno Marginal se obtuvo con el tratamiento T2F1D3 fue de 77.21 % para el pequeño y mediano productor. Y las recomendaciones fueron realizar nuevos trabajos de investigación relacionados con nuevas frecuencia del riego por goteo y dosis mayor de fertilización química nitrogenada. Por ahora recomendar bajo las condiciones agroclimática y bajo el sistema de riego por goteo, un tiempo de una hora con una frecuencia diaria y una dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹ para lograr rendimientos superiores a los promedios nacionales.

Palabras claves: Riego, tratamientos, condiciones agroclimaticas y evaluación económica.

SUMMARY

This research aims to evaluate the effect of the most suitable as a contribution to improving the production and quality of maize (*Zea mays* L.) under drip irrigation in the valley of Joa frequency, time and dose nitrogen Region Jipijapa, Manabi province. And to establish the appropriate sheet irrigation for growing corn, nitrogen determine the best dose and make an economic assessment of the treatments under study. It was conducted during the 2015 summer cycle, on the site Joa, Canton Jipijapa, Manabi Province, which is geographically located between the UTM coordinates 9847724 and 0541156. 17 M study factors were Dripping time T1. 1 hour and T2. 3 hours, irrigation frequency F1. F2 Journal. Every 3 days and Nitrogen Fertilization D1. 50 kg ha⁻¹ D2. 100 kg ha⁻¹ and D3. 150 kg ha⁻¹. Corn seed that was used is the INIAP-601 hybrid yellow. The type design was split plot experimental design. The management of the experiment was based on technical recommendations given for proper handling. The data were taken and evaluated statistically:

Plant height (cm), height of ear insertion (cm), Total number of leaves, stem diameter, length and diameter of the cob, yield (kg ha⁻¹). In addition, the irrigation depth is calculated , cost of treatment, Monthly Potential Evapotranspiration, reference evapotranspiration (ET_o), crop evapotranspiration or Real (ET_c) and volumes of water required in growing corn

The conclusions were that the film found irrigation (15mm) was less than that required for growing corn (350mm), the agronomic traits and yield were influenced by the factors under study, the fertilization factor behavior is different individually, the best response is obtained with the lowest dose, while higher average are achieved when combined with other factors under study.

The best treatment for performance was T1F1D3 that reach 7049 kg ha⁻¹

The best marginal return rate was obtained with the T2F1D3 treatment was 77.21% for small and medium producers. And the recommendations were to conduct further research related to new drip irrigation frequency and higher dose of chemical fertilizer nitrogen. For now recommending under agro-climatic conditions and under the drip irrigation system, a time of one hour with a daily frequency and a nitrogen dose of 150 kg ha⁻¹ to achieve higher yields than national averages.

Key words: irrigation, tratments, growing conditions and economic evaluation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Importancia o caracterización del tema	1
1.2	Planteamiento de la situación problemática	5
1.3	Justificación e importancia del estudio	6
1.4	Delimitación del problema	8
1.5	Formulación del problema	8
1.6	Objetivos	8
1.7	Hipótesis	9
1.8	Aporte Teórico	9
1.9	Aplicación Práctica	10
2.	CAPÍTULO 1	11
	Marco Teórico	11
2.1	Estado del arte	11
2.1.1	Estudio del maíz bajo riego por goteo	19
2.1.2	Respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada en Ecuador	20
2.2	Marco Conceptual	23
2.2.1	Sistema de riego	23
2.2.2	Riego por goteo	24
2.2.3	Fertilizantes nitrogenados	27
2.2.4	Características del híbrido 601	28
2.2.5	Requerimiento hídrico del maíz	28
3.	CAPÍTULO 2	29
	Aspectos Metodológicos	29
3.1	Características generales del área de estudio	29
3.2	Factores en estudio	29
3.3	Materiales vegetativos	30
3.4	Tratamientos	30
3.5	Delineamiento experimental	31

3.6	Manejo del experimento	32
3.7	Toma de datos y metodología utilizada	34
3.8	Datos complementarios	40
3.9	Equipos y materiales	41
4.	RESULTADOS	42
4.1	Evapotranspiración de referencia (Eto) y evapotranspiración del cultivo	42
4.2	Volúmenes de agua requerido en el cultivo	43
4.3	Experimento de campo	44
4.3.1	Altura de planta a los 30 días	45
4.3.2	Altura de planta a los 60 días	46
4.3.3	Altura de planta a los 90 días	47
4.3.4	Diámetro de tallo a los 30 días	51
4.3.5	Diámetro de tallo a los 60 días	52
4.3.6	Diámetro de tallo a los 90 días	53
4.3.7	Altura de inserción de la mazorca (cm)	56
4.3.8	Número de hojas	57
4.3.9	Longitud de la mazorca (cm)	61
4.3.10	Diámetro de la mazorca (cm)	62
4.3.11	Rendimiento por parcela (Kg parcela ⁻¹)	63
4.3.12	Rendimiento por hectárea (Kg ha ⁻¹)	64
4.3.13	Análisis económico	68
5.	DISCUSIÓN	71
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
	Conclusiones	74
	Recomendaciones	74
7.	BIBLIOGRAFÍA CITADA	76
8.	APENDICE	79
9.	ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características pedológicas y climáticas de Joa	29
Tabla 2: Volumen total de agua aplicada a las parcelas en el ensayo	38
Tabla 3: Valores requeridos para la determinación de la lámina de riego según horizonte A y B	39
Tabla 4: Datos de evapotranspiración de acuerdo a las condiciones climáticas históricas del terreno	42
Tabla 5: Calculo de las necesidades del cultivo del maíz	42
Tabla 6: Consumo total de agua del rendimiento	42
Tabla 7: Valores promedios de altura de planta (cm) a los 30, 60 y 90 días en los factores individuales de estudio	49
Tabla 8: Valores promedios de altura de planta (cm) a los 30, 60 y 90 días en las interacciones de primer orden en los factores de estudio	49
Tabla 9: Valores promedios de altura de planta (cm) a los 30, 60 y 90 días en las interacciones de segundo orden en los factores de estudio	50
Tabla 10: Valores promedios de diámetro de tallo (cm) a los 30, 60 y 90 días en los factores individuales de estudio	54
Tabla 11: Valores promedios de diámetro de tallo (cm) a los 30, 60 y 90 días en las interacciones de primer orden en los factores de estudio	54
Tabla 12: Valores promedios de diámetro de tallo (cm) a los 30, 60 y 90 días en las interacciones de segundo orden en los factores de estudio	56
Tabla 13: Valores promedios de altura inserción de mazorca (cm) y numero de hojas en los factores individuales de estudio	59
Tabla 14: Valores promedios de altura inserción de mazorca (cm) y numero de hojas en las interacciones de primer orden en los factores de estudio	60
Tabla 15: Valores promedios de altura inserción de mazorca (cm) y numero de hojas en las interacciones de segundo orden en los factores de estudio	61
Tabla 16: Valores promedios de longitud de mazorca (cm), diámetro de la mazorca(cm), rendimiento Kg parcela ⁻¹ y rendimiento Kg ha ⁻¹	66

en los factores individuales de estudio	
Tabla 17: Valores promedios de longitud de mazorca (cm), diámetro de la mazorca(cm), rendimiento Kg parcela ⁻¹ y rendimiento Kg ha ⁻¹ en las interacciones de primer orden en los factores de estudio	66
Tabla 18: Valores promedios de longitud de mazorca (cm), diámetro de la mazorca(cm), rendimiento Kg parcela ⁻¹ y rendimiento Kg ha ⁻¹ en las interacciones de segundo orden en los factores de estudio	68
Tabla 19: Presupuesto parcial del estudio	69
Tabla 20: Análisis de dominancia	70
Tabla 21: Análisis marginal de los tratamientos no dominados en el estudio	70

ÍNDICE DE APÉNDICE

Apéndice N° 1: Volumen de agua aplicado en el campo	80
Apéndice N° 2: Tabla N 56 de valores para el cálculo del coeficiente Kp según la FAO	81
Apéndice N° 3: Diagramas de curvas reales de Kc en las fases de desarrollo del cultivo del maíz	81
Apéndice N° 4: Datos meteorológicos según las fuentes de la Estación Cantagallo climáticas históricas del terreno	82
Apéndice N° 5: Datos meteorológicos de la media de la estación Cantagallo parroquia-Puerto Cayo perteneciente a la UNESUM	82
Apéndice N° 6: Tabla de valores de la toma de datos en campo	84
Apéndice N° 7: Hoja de cálculo de los valores obtenidos para rendimiento Kg parcela ⁻¹ y rendimiento Kg ha ⁻¹	86
Apéndice N° 8: Tabla N° 1 de valores promedio de la variable de altura de planta a los 30 días (cm).	87
Apéndice N° 9: ADEVA de la variable altura de planta a los 30 días (cm)	87
Apéndice N° 10: Tabla N° 2 de valores promedio de la variable de altura de planta a los 60 días (cm).	88
Apéndice N° 11: ADEVA de la variable altura de planta a los 60 días (cm)	88
Apéndice N° 12: Tabla N° 3 de valores promedio de la variable de altura de planta a los 90 días (cm).	89
Apéndice N° 13: ADEVA de la variable altura de planta a los 90 días (cm)	89
Apéndice N° 14: Tabla N° 4 de valores promedio de la variable de diámetro del tallo a los 30 días (cm).	90
Apéndice N° 15: ADEVA de la variable diámetro del tallo a los 30 días (cm)	90
Apéndice N° 16: Tabla N° 5 de valores promedio de la variable de diámetro del tallo a los 60 días (cm).	91
Apéndice N° 17: ADEVA de la variable diámetro del tallo a los 60 días (cm)	91
Apéndice N° 18: Tabla N° 6 de valores promedio de la variable diámetro de tallo a los 90 días (cm).	92
Apéndice N° 19: ADEVA de la variable diámetro de tallo a los 90 días (cm)	92
Apéndice N° 20: Tabla N° 7 de valores promedio de la variable de altura de inserción de la mazorca (cm).	93

Apéndice N°21: ADEVA de la variable altura de inse rcción de la mazorca (cm)	93
Apéndice N°22: Tabla N°8 de valores promedio de l a variable de número de hojas.	94
Apéndice N°23: ADEVA de la variable número de hoja s	94
Apéndice N°24: Tabla N°9 de valores promedio de l a variable longitud de la mazorca.	95
Apéndice N°25: ADEVA de la variable longitud de la mazorca.	95
Apéndice N°26: Tabla N° 10 de valores promedio de l a variable longitud de la mazorca.	96
Apéndice N°27: ADEVA de la variable longitud de la mazorca	96
Apéndice N°28: Tabla N° 11 de valores promedio de l a variable rendimiento Kg parcela ⁻¹ .	97
Apéndice N°29: ADEVA de la variable rendimiento kg parcela ⁻¹ .	97
Apéndice N°30: Tabla N° 12 de valores promedio de l a variable rendimiento Kg ha ⁻¹ .	98
Apéndice N°31: ADEVA de la variable rendimiento Kg ha ⁻¹ .	98

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1.- Cronograma de actividades	86
Anexo 2.- Croquis de campo	87
Anexo 3.- Análisis de suelo	88
Anexo 4.- Respaldos fotográficos	90

INTRODUCCIÓN

1.1. IMPORTANCIA

El maíz es una planta de fácil desarrollo y de producción anual, pertenece al género de las Zeas, de nombre científico (**Zea mays** L), familia de las gramíneas. El maíz amarillo duro (tipo cristalino) que se produce en Ecuador, es de excelente calidad tanto para la elaboración de alimentos balanceados como para las industrias de consumo humano; debido a su elevado contenido de fibra, carbohidratos, caroteno y el alto nivel de rendimiento en la molienda.

De la producción nacional de maíz, la avicultura consume el 57%, alimentos balanceados para otros animales 6%, exportación a Colombia 25%, industrias de consumo humano 4%, el resto sirve para el autoconsumo y semilla.

En el país el maíz (duro y harinoso) es un cultivo de gran importancia económica y social, por su contribución en la alimentación humana y por su creciente demanda para la elaboración de alimentos balanceados de consumo animal principalmente.

Desde el punto de vista socioeconómico, la producción de maíz duro representa un importante rubro, considerando que involucra a

alrededor de cien mil familias, principalmente en el área rural de cuatro provincias del Litoral y cuatro de la Sierra.

Siendo la agricultura el mayor componente del PIB (Producto interno bruto) del Ecuador (17.5%); y la cadena del maíz representa el 3% del PIB agrícola, es el único cultivo con cobertura nacional que cubre una superficie de siembra aproximada de 500 mil hectáreas, de las cuales, la mitad es maíz amarillo duro cristalino, base de la cadena del maíz, que en su gran mayoría se siembra en el litoral ecuatoriano; mientras que el otro 50% es maíz de altura, de subsistencia para un alto número de pequeños agricultores, caracterizados por un bajo ingreso económico y que constituye además la base de la dieta de la población rural andina.

Bajo el enfoque de cadenas productivas, la del maíz duro comprende a los productores agrícolas, a las industrias fabricantes de alimentos balanceados y snacks y al sector avícola. Este cultivo representa alrededor del 2% del PIB (Producto interno bruto) agrícola nacional, con una inversión total, en la cadena, de alrededor de novecientos millones de dólares.

No obstante Según la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) el consumo de maíz en el Ecuador para el 2013 fue de 4.43 Kg/año, el más bajo en toda América del sur, a pesar de ser una fuente muy importante de energía por el contenido de carbohidratos, además contiene el 8 a 10% de proteínas, de 3 a 4% de aceites y 2% de fibra.

El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo de gran importancia socioeconómica en el área del cantón Jipijapa. Se estima que existen, aproximadamente 13.000 hectáreas principalmente en la zona seca y de transición, cultivado por pequeño y medianos productores de bajos recursos económicos, que no aplican tecnologías, la siembra mayormente se realiza en la época lluviosa, cuya producción es utilizada como materia prima para elaborar balanceados por la industria avícola y porcina, cuyos ingresos ayudan a satisfacer las demandas básicas.

El valle de Joa del cantón Jipijapa, es una zona que pertenece al bosque tropical seco, de bajas precipitaciones durante la época lluviosa (menos 300 mm anuales), factor climático limitante que en muchos de los casos no permite realizar la actividad agrícola exitosa, sin embargo en los últimos años se viene realizando una agricultura basada en el aprovechamiento de las escasas aguas del río Jipijapa provenientes de las planta de tratamiento de aguas residuales, siendo el cultivo de maíz el de mayor superficie e interés de los de más de 200 familias asentadas en ese sector.

Por la importancia socio económico, precios y mercados, últimamente, se vienen ampliando las superficies del cultivo de maíz, especialmente en la época de verano. Durante el ciclo productivo los productores, la labor del riego lo realizan empleando diversos sistemas de riego, siendo el riego por goteo el mayormente utilizado.

Por otra parte, la disponibilidad de agua y nutrientes en el suelo

constituyen alternativas de manejo para obtener rendimientos potenciales. Por resultado de los análisis químico de suelos se conoce que en la provincia de Manabí existe pobreza en materia orgánica y consecuentemente en nitrógeno, de normales a rico en fósforo y ricos en potasio; por lo cual se deduce que el principal problema nutricional que afrontan las plantaciones de la mayoría de los cultivos, en especial el maíz es la baja disponibilidad de nitrógeno.

Se debe indicar que existe una diversidad de criterios por parte de los productores sobre cantidad de agua, tiempo, frecuencias y métodos de riego que requiere este cultivo, conociéndose, que el maíz es una especie que responde significativamente con riego suplementario.

También se puede señalar que la práctica de fertilización, no es la más adecuada, en la mayoría de los casos, la cantidad de fertilizante aplicado no satisface las necesidades nutricionales de las plantas, lo que afecta al crecimiento y a la productividad más aun cuando se conoce que es un cultivo que responde positivamente a un abastecimiento correcto de nutrientes, especialmente de N y K. (García, 2002)

Con lo anteriormente descrito, se puede notar la importancia social y económica que representa el cultivo de maíz y los beneficios que ofrece tanto para pequeños y medianos productores de esta

gramínea en el cantón jipijapa, la provincia y el país, así como los grandes beneficios para la industria de balanceados.

1.2 PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLÉMICA

Jipijapa, es un cantón de la provincia de Manabí, que se encuentra ubicado al sur de la misma, se lo conoce por su importancia histórica en producción de café, que género importante recursos económicos para el erario nacional. Hoy, existen otros rubros agrícolas que tienen notable importancia social y económica, entre los cuales se puede mencionar al cultivo de maíz.

Este sector de la provincia de Manabí, también es reconocido, por su alta deficiencia del recurso hídrico, que no permite aprovechar las vastas superficies de tierra, y otros factores agroclimáticos, que se encuentra en niveles óptimos para el desarrollo del sector. También, se dispone de condiciones favorables, en el ámbito geográfico para la producción y comercialización de muchas especies agrícolas tanto para consumo interno como para la exportación.

No obstante, de lo importante que es el área en el ámbito agrícola, no se han realizado trabajos de investigación, que permitan desarrollar la agricultura con un nivel tecnológico deseable. El cultivo de maíz, a pesar de su notable importancia, tanto en lo social y económico y por su superficie significativa, que hoy supera largamente al cultivo de café, tampoco se visto beneficiado con resultados de

trabajos de investigación que permitan superar los problemas tecnológicos existentes.

En este mismo ámbito, se puede observar que el sector maicero del valle de Joa, requirió de investigaciones aplicadas que permitieron aprovechar las potencialidades agroclimáticas y desarrollar el área a corto y mediano plazo, por lo que fue necesario realizar trabajos de investigación, especialmente, en la generación de tecnologías para incrementar los rendimientos por unidad de superficie, situación que permitió generar nuevas propuestas para desarrollar, alternativas de solución a los problemas de carácter social y económico que tiene el sector rural.

Tuvo información precisa y sobre los tiempos, frecuencias de riego, niveles de fertilización adecuados, utilizando el sistema de riego por goteo, que por supuesto su aplicación a nivel de campo tuvo incidencia en la producción y calidad del cultivo de maíz.

1.3 JUSTIFICACION E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

En la zona de Joa, perteneciente al cantón Jipijapa, existen unas 500 hectáreas dedicadas al cultivo de maíz, y es posiblemente el rubro de mayor importancia social y económica que sustenta la economía de más de 200 familias asentadas en el sector.

Los productores de maíz de Joa, realizan la actividad agrícola preferentemente en la época de verano, aprovechando el remanente de agua que deja el escaso invierno, en el río Jipijapa, o en muchos de los casos, aprovechan, parte del agua que sale de la planta de tratamiento de aguas servidas. Por lo indicado, la cantidad de agua disponible donde se realizó la actividad agrícola fue escasa, por lo que fue necesario buscar tecnologías de riego, apropiadas para estas circunstancias agroclimáticas adversas.

Fue un importante aporte para el desarrollo de la agricultura en este sector del cantón Jipijapa, lo que permitió el aprovechamiento racional y sustentable del recurso agua. Además, se pretendió que generando, y aplicando tecnologías apropiadas para el manejo técnico de este cultivo, nos permitió lograr rendimientos por unidad de superficies igual o superior a otras zonas productoras de maíz de la provincia y el país, lo cual contribuyo significativamente a mejorar las condiciones de vida de los productores.

La información fue precisa sobre los tiempos, frecuencias de riego, niveles de fertilización adecuados, utilizando el sistema de riego por goteo, que por supuesto, su aplicación a nivel de campo tuvo incidencia en la producción y calidad del cultivo de maíz.

1.4. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

La investigación fue de tipo experimental, a nivel de campo, se la realizó en la comuna Joa, perteneciente al cantón Jipijapa, provincia de Manabí. El establecimiento del ensayo se lo realizó en la época de verano del 2015 en la finca de la asociación de productores de Joa. El ciclo del cultivo fue de 120 días desde a la siembra al cosecha.

1.5. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo incide los bajos rendimientos del cultivo del maíz por la falta de tecnologías de riego y fertilización nitrogenada?

1.6. OBJETIVOS

1.6.1 General

Evaluar el efecto de las frecuencias, tiempo y dosis nitrogenadas más adecuadas como una contribución para el mejoramiento de la producción y calidad del cultivo de maíz (*Zea mays L*) bajo riego por goteo en el valle de Joa, cantón Jipijapa, provincia de Manabí.

1.6.2 Específicos

- Establecer la lámina de riego adecuada para el cultivo de maíz.

- Determinar la mejor dosis nitrogenada.
- Realizar una evaluación económica de los tratamientos en estudio.

1.7. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos mejorará significativamente los rendimientos del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) en el valle de Joa, cantón Jipijapa, provincia de Manabí.

1.8. APOORTE TEÓRICO

En los actuales momentos, las instituciones de desarrollo, de investigación, de educación superior, y los propios productores tienen necesidad de nuevas tecnologías basadas en la generación de conocimientos obtenidos en los procesos de investigación, e innovación para mejorar los niveles de producción tanto en pre como en post cosecha.

La presente investigación, logró conocimientos sobre las técnicas de producción especialmente en el área de riego, lo que permitió conocer el tiempo, frecuencias de riego, así como la respuesta a diferentes dosis de nutrientes nitrogenados, considerando que en la zona de Jipijapa, uno de sus mayores limitantes es el agua para riego, tanto en cantidad como calidad, información que fue un aporte significativo al desarrollo del sector agrícola, cuya información en la parte teórica, permitió cambiar los criterios o conceptos que se

tiene actualmente sobre la calidad del agua del río Jipijapa, en la que se indica, que puede estar afectando la calidad de los suelos y la misma inocuidad de los productos agrícolas que se obtienen en bajo estas condiciones.

1.9. APLICACIÓN PRÁCTICA

Con respecto al aporte práctico, los resultados de la presente investigación proporcionó información especialmente a los productores de maíz de la zona, para que apliquen un sistema de riego adecuado, bajo sus circunstancias, que les permita lograr los mejores rendimientos, con menores costos y menores riesgos sanitarios. Considerando que uno de los mayores problemas que tienen los productores es la poca disponibilidad de agua para realizar durante todo el año las actividades agrícolas. Además, los resultados generaron información de mucha importancia, que será utilizada principalmente por los productores de maíz de la zona de Joa, para mejorar las técnicas de producción agrícola, de tal manera que puedan hacer sostenible sus procesos productivos, también, de estos resultados serán beneficiados los entes de desarrollo público, además los medianos y pequeños productores de la zona de Joa del cantón Jipijapa.

CAPÍTULO 1

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ESTADO DEL ARTE

Zamora (2007) Con el objetivo de evaluar la eficiencia en el uso del agua del maíz en riego por goteo se estableció un experimento en el campo agrícola de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, Baja California Sur, México. Los tratamientos fueron láminas que resultaron del producto de la evaporación medida en el Tanque Evaporímetro por coeficientes globales de cultivo, utilizándose como testigo el método de Blaney y Criddle. La variedad utilizada fue Pioner 30G40. Se aplicó el riego con goteo. Para determinar el volumen de riego se consideró el 50 % de área de mojado. Durante el período la evaporación fue de 712 mm. La mayor lámina fue para el tratamiento V, Kc: 1,1 5: y la menor calculada por el método Blaney y Criddle. La mayor producción resultó con el tratamiento IV, Kc: 1,0, estadísticamente igual al tratamiento III, y el menor, para el testigo. En lo referente a la eficiencia en el uso del agua, la mejor respuesta fue para el tratamiento III, Kc: 0,85 con 2,96 kg. m⁻³.

Montemayor et al, (2006) en un estudio "Efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo en la eficiencia de uso de agua y en el rendimiento de maíz forrajero que tuvo como objetivo comparar el efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo sub-superficial, con el sistema de riego por gravedad en surcos, y su

influencia en algunas características agronómicas del maíz destinado a forraje, relacionada con el uso eficiente del agua.

El experimento se realizó en el ciclo agrícola verano – otoño del 2002 en Municipio de San Pedro, Coahuila, México. El diseño experimental fue de bloques al azar con cuatro repeticiones; los tratamientos fueron tres profundidades a las que se colocó la cinta de riego: 0.25, 0.35 y 0.45 m; y como testigo se utilizó riego por gravedad en surcos. El estudio se estableció en un suelo franco, con una humedad aprovechable de 0.2 g cm^{-3} . Las variables evaluadas fueron: rendimiento de forraje verde, lámina de agua aplicada, eficiencia del uso del agua, altura de la planta, diámetro de tallo, peso fresco de planta, diámetro y longitud de mazorca, peso de mazorca con hoja y sin hoja. Aunque no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) el mayor rendimiento de forraje verde de $46,200 \text{ kg ha}^{-1}$ se obtuvo con la profundidad de 0.45 m, con una eficiencia en el uso del agua de 2.9 kg m^{-3} . La altura de planta fue de 1.72 m en la profundidad de 0.25 m y 1.67 m.

Olague et al, 2003 en su estudio, Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial, el mismo que tuvo como objetivo comparar el efecto del riego sub-superficial y el de gravedad sobre las características agronómicas y de calidad del forraje de maíz. El trabajo se estableció en el ciclo agrícola primavera – verano 2003 en el predio “El cercado”, en Torreón, Coahuila. La parcela experimental fue de 4-00-00 ha, dos con riego sub-superficial con tres tratamientos de separación de cinta de riego (80, 90, y 100

cm) y 2 ha con riego por gravedad; el diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones; las variables evaluadas fueron altura de planta, porcentaje de plantas con hijos, de plantas cuateras, de acame de tallo y rendimiento. En calidad se midió contenido de fibra ácido detergente (FAD), fibra neutro detergente (FND), proteína cruda (PC), energía neta para lactancia (ENL) y total de nutrientes digeribles (TND). Los resultados muestran que el riego sub-superficial incrementó el rendimiento de materia seca respecto al riego por gravedad hasta en 160 %. El mejor tratamiento fue el de cm de distanciamiento, con rendimiento de 20.19 t ha⁻¹ de materia seca; mayor porcentaje de plantas con hijos, de plantas cuateras y la mayor altura de planta. En cuanto a calidad del forraje la NL fue de 1.22 Mcal kg⁻¹, la PC de 10 %, la FAD de 28.56 %, la FND de 54.41 % y la TND de 59.71 %, valores que indican una alta calidad forrajera.

Salazar et al, (2007) en un estudio que tuvo como objetivo determinar cuál dosis de estiércol era la mejor, así como conocer el porcentaje de proteína cruda (PC) en el forraje. El factor (A) cultivo tuvo dos niveles; Maíz y Maíz-Soja asociados y el factor (B) estiércol [0, 40, 80, 120 y 160 Megagramos (Mgr) por hectárea] y fertilizante químico (100-150-00). El sistema de riego utilizado en este trabajo fue el de goteo subsuperficial (cintilla).

Los resultados alcanzados según (Salazar et al, 2007) de acuerdo al análisis de varianza mostró diferencia estadística significativa para el factor B solo en forraje verde con una $p=0,0134$. El

mejor tratamiento fue el de 120 Mgr/ha de estiércol con una media de 103.33 Mgr de forraje verde. Mientras que para forraje seco el análisis de varianza no mostró diferencias estadísticas. Con respecto al incremento de proteína del forraje de maíz y la asociación maíz-soja, la diferencia fue de 1.04 %. Sin embargo, los promedios para el maíz y maíz-soja fueron 10.33 % y 11.37 % de proteína cruda (PC), respectivamente, siendo estos valores muy superiores a los reportados en los híbridos utilizados en la región, los cuales alcanzan apenas el 8.5 % de PC. El tratamiento de 120 Mgr/ha de estiércol aplicado sobre maíz fue donde se extrajeron más nutrientes: de nitrógeno, fósforo y potasio. Finalmente concluye que el tratamiento de 120 Mgr/ha de estiércol aplicado, fue el mejor en este ciclo agrícola estudiado.

Díaz et al, 2007, desarrollo un estudio sobre “Evaluación del crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) en función de dos técnicas de riego y diferentes niveles de nitrógeno. La presente investigación se refiere al uso más adecuado de las tecnologías de riego y la aplicación de nitrógeno en la producción de maíz (*Zea mays* L.). El objetivo fue determinar la influencia sobre el índice de área foliar (IAF), la producción de biomasa y rendimiento de grano cuando el cultivo de maíz es manejado mediante dos técnicas de riego y dos niveles de nitrógeno. Utilizó un diseño en parcelas Divididas, la parcela grande consistió en dos técnicas de riego y la parcela chica dos niveles de nitrógeno.

El autor encontró Díaz et al. (2007) que la técnica de riego por goteo y la dosis de 300 kg de N ha⁻¹ tuvieron un efecto aditivo mayor en relación con los demás tratamientos respecto a la producción de biomasa y rendimiento de grano, en cambio el valor mayor de IAF se obtuvo con la técnica de riego por goteo y un nivel de 400 kg de N ha⁻¹. Sin embargo, la falta de significación en los resultados de producción de biomasa y rendimiento de grano se debió posiblemente a que el IAF se encontraba entre los niveles óptimos, por lo que pudo haber influido en los rendimientos de la planta de maíz.

En trabajos relacionados Vásquez et al, (2007) indica que en el cultivo de la fresa (*Fragaria x ananassa* Duch.) es uno de los mayores consumidores de fertilizantes nitrogenados ya que se aplican cantidades por arriba de 600 kg N ha⁻¹. Durante 2003–2004 se realizó el estudio. El objetivo fue generar información local sobre el efecto del fertilizante nitrogenado y de su eficiencia, así como del agua, en riego por goteo y gravedad en el cultivo de fresa. Se evaluó el efecto de dosis crecientes de nitrógeno aplicadas en riego por goteo y gravedad (0, 23, 77, 231, 693 y 1 537 kg de N ha⁻¹) sobre el crecimiento y rendimiento de fruta en el cultivo de fresa.

Los resultados encontrados por Vásquez et al, (2007) muestran una disminución significativa en la materia seca total por planta al cambiar de riego por goteo a gravedad. El aporte de 231, 693 y 1 537 kg de N ha⁻¹, significó una mayor producción de materia seca. Sin embargo, el cambio de 23 a 693 y de 231 a 1 537 kg de N ha⁻¹, implica un incremento de 3 y 6.6 veces respectivamente, en la

cantidad de fertilizante nitrogenado, así como representa incrementos económicos proporcionales. El aporte de agua en riego por goteo fue 21% menor, pero su eficiencia en la producción de fruto fue 29% mayor. La eficiencia de N en la producción de fruto en riego por goteo fue 19% superior al obtenido en riego por gravedad.

Guevara, et al (2005) en un estudio para comparar la alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo subsuperficial, considerando que el maíz es el principal grano en la dieta mexicana y también es el cultivo irrigado más importante. Sin embargo, la escasez de agua es grave en México y la seguridad alimentaria no puede mantenerse sin irrigación. Para ayudar a resolver este problema, se examinó el efecto de la densidad de siembra de maíz en un sistema de riego subsuperficial.

Los resultados del experimento encontrados por Guevara, et al (2005) fue que el rendimiento de forraje y grano del híbrido Tigre no fue diferente ($p > 0.05$) entre los tratamientos (T): T1) líneas a 0.75 m y 90 000 semillas ha; T2) líneas a 0.75 m y 133 000 semillas ha; T3) líneas alternadas 0.4-1.1 m y 133 000 semillas ha. El promedio de materia seca del forraje fue 23.6 Mg ha⁻¹ y 14.6 Mg ha⁻¹ para grano. Aunque el índice de área foliar no fue diferente entre tratamientos después del jiloteo, el número de mazorcas por planta⁻¹ para T1 (1.1) fue mayor que en los otros dos tratamientos (0.9; $p \leq 0.05$). El porcentaje de mazorca en el forraje fue mayor para T1 y T3 (60 y 63%) en comparación con T2 (53%; $p \leq 0.05$). T1 fue adecuado para la producción de maíz con labranza mínima y riego subsuperficial

Medrano et al, 2007 considera que la disponibilidad de agua es el principal factor limitante de la producción agrícola y ganadera en ambientes de clima mediterráneo. Limitación que, ante las previsiones de cambio climático global realizadas por organismo internacionales, serán mucho mayores en los próximos años. En este escenario, la eficiencia en el uso de los recursos hídricos debe ser un aspecto transversal de las políticas públicas que debe, por tanto, ser afrontado desde diversos puntos de vista. En este sentido, uno de los temas claves a considerar es la eficiencia con la que las plantas usan el agua.

El objetivo del estudio “Eficiencia en el uso del agua por la plantas” fue hacer una revisión de los diferentes aspectos relacionados con este tema, considerando las diferentes escalas a las que se estudia la eficiencia en el uso del agua por las plantas (EUA), desde la hoja hasta el cultivo o el ecosistema. De esta manera explica (Medrano et al, 2007) se abordan las dificultades técnicas que existen para medir, de una forma precisa, la EUA de un cultivo o de un ecosistema, la importancia del ambiente y de las prácticas agronómicas como determinantes de la EUA, la diversidad genética inter e intraespecífica, y las implicaciones prácticas de estos factores a la hora de incrementar la EUA.

Pedrol et al (2008) en su estudio “Respuesta a la fertilización nitrogenada y eficiencia en el uso del agua en el cultivo de maíz según nivel hídrico”. En el cual se presentan las respuestas del cultivo de

maíz a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno, para las condiciones de riego y secano, y las eficiencias de uso de agua y nitrógeno bajo dos condiciones que presentan diferencias en su potencialidad de producción, riego y secano.

Los resultados logrados por Pedrol et al, (2008) indican que la eficiencia de uso de agua promedio para el cultivo de maíz fue de 15.5 kg de grano por mm de agua consumido, y la respuesta a las distintas dosis de nitrógeno en promedio fue de 21.6 y 31.1 kg de grano por cada kg de N aplicado bajo riego y secano, respectivamente.

Asimismo indica Pedrol et al, (2008) que el riego incrementó el rendimiento en grano y sus componentes en forma significativa, destacándose en estos últimos el peso de los granos y la producción por espiga y que las diferentes dosis de N evaluadas generaron, tanto bajo riego como en secano, aumentos de rendimiento similares, pero la mayor eficiencia en el uso del agua y tasa de respuesta se lograron con dosis distintas según nivel hídrico.

Díaz et al, (2008). De acuerdo a su estudio " Manejo sostenible del agua en zonas semiáridas: evaluación de dos técnicas de riego y fertilización nitrogenada en Sinaloa, México" el mismo que se puede considerar como una contribución al uso sostenible del agua y suelo en la producción del maíz en una zona semiárida de México. Durante el estudio se evaluó el efecto de la técnica de riego por goteo y surcos y la fertilización nitrogenada, en el rendimiento, eficiencia del agua de riego y proteína del grano. Para lo cual, diseño un experimento en

bloques completos al azar con arreglo en parcelas divididas, con cuatro repeticiones y con dos submuestras por tratamiento.

Los resultados logrados de acuerdo a Díaz et al, (2008) que la técnica de riego por goteo, por sí solo o en interacción con la menor dosis de nitrógeno, influyó de mejor manera en la eficiencia en el uso del agua de riego (EUA), mientras que en el rendimiento y calidad biológica del grano lo hizo en interacción con la menor o mayor dosis de N, respectivamente, por lo que con esta tecnología puede ser más sostenible el uso y manejo del agua y suelo, tecnología que podría ser una alternativa para los productores agrícolas con menores riesgos y por tanto menor impacto sobre el medio ambiente.

2.1.1 ESTUDIOS DE MAIZ BAJO RIEGO POR GOTEO

Montemayor et al (2003) obtuvieron un rendimiento máximo de 70 toneladas por ha de maíz forraje verde con una lámina de 0.45 m de en riego por goteo. Mientras tanto Caldwell et al (1994) reportan consumos de 0.42 a 0.53 m³ de agua en maíz forrajero para diferentes frecuencias de riego por goteo superficial con un rendimiento de 2.9 kilogramos de materia seca por metro cúbico de agua (Kg/m³) con cinta de riego en comparación a 2.0 Kg/m³ en el sistema de riego por surcos.

El mismo, Montemayor et al (2006) encontró que la eficiencia en el uso del agua se incrementó a 2.9 kg de materia seca/m³ con el

sistema de riego por goteo en maíz forrajero. Por otra parte, Bravo (2005), encontró que el máximo índice de área foliar en maíz forrajero obtenido fue 5.1 para la separación de cintas de 0.8m en riego por goteo con rendimiento de 70.19 toneladas por ha de forraje verde; de igual forma el resultado de materia seca fue de 20.19 toneladas por ha.

Rivera et al (2004) encontraron que la mayor producción de maíz forrajero verde y materia seca de 66.7 y 22.3 ton por ha, respectivamente, se obtuvo con una lámina de riego de 59.6 cm en riego por goteo.

2.1.2 Respuesta del maíz a la fertilización nitrogenada en el Ecuador

En la época lluviosa, en cuatro localidades de los cantones Paján y Chone, en Manabí, se realizaron estudio cuyos resultados mostraron que los híbridos INIAP-551 y PACIFIC 9205 con una aplicación de 80 kg/N/ha, sobresalieron con rendimientos promedios de 3658 y 3423 kg/ha en su orden, en las cuatros localidades estudiadas. **(INIAP, 1995).**

Por otra parte, en San Vicente y El Junco, de los cantones de Jipijapa y Tosagua, se efectuaron estudios con la variedad INIAP-542 sembrada a una población de 40000 pl/ha. Se probaron tres niveles de N (40, 60, y 80 kg/N/ha). Los rendimientos obtenidos, indicaron que el cultivo respondió a las aplicaciones de N, así la adición de 40 kg de

N/ha determinó un incremento inicial de 31% en el rendimiento, en tanto que las aplicaciones de 80 kg de N/ha elevaron estos hasta el 55%. El análisis de regresión, determinó que por cada kilogramo de N aplicado hasta la dosis de 80 Kg/ha se lograba un incremento de 18.87 kg de maíz **(INIAP, 1996)**.

En Manabí, se realizó un estudio en donde se evaluaron: Láminas de riego (400, 500, 600 y 700 mm) con los niveles de fertilización nitrogenada (0, 80, 110, 140 y 170 kg N ha⁻¹). Los resultados mostraron que la láminas de riego de 700 mm consiguió los mayores valores en las variables altura de planta y rendimiento en Kg ha⁻¹; los niveles de N lograron sus mejores resultados con la dosis de 170 kg N ha⁻¹ en las variables altura de planta, longitud y diámetro de mazorca, peso de 100 semillas y rendimiento en Kg ha⁻¹. La combinación de los factores produjo efectos notorios en el rendimiento en Kg ha⁻¹, estableciéndose el tratamiento estructurado por la lámina de 700 mm y la dosis de 170 kg N ha⁻¹ que obtuvo 5.17 kg por parcela (5.875 kg ha⁻¹). La mejor alternativa tecnológica desde el punto de vista económico le correspondió al tratamiento conformado por la lámina de riego de 500 mm y el nivel de fertilización de 140 kg N ha⁻¹, el mismo que registró una Tasa de Retorno Marginal de 135.67 % **(Moreira, 2000)**.

En dos localidades de Jipijapa, Manabí, se probaron 0,80 y 120 kg de N/ha, con 51282, 55555 y 60602 pl ha⁻¹ se utilizó la variedad INIAP H-601. Los resultados mostraron que la localidad de San Vicente con 55555 pl ha⁻¹ se logró un rendimiento de 5898 kg ha⁻¹, de

igual manera el mayor rendimiento se lo obtuvo en San Vicente con 80 kg N ha⁻¹ con 6202.04 kg ha⁻¹. En la interacción entre los factores estudiados se demostró que la aplicación de 80 kg de N ha⁻¹ con 55555 pl ha⁻¹ produjo los mejores rendimientos, el mejor tratamiento fue para San Vicente, con una población de 55555 pl ha⁻¹ y 80 kg N ha⁻¹ (tres sacos y medio de Urea) con 6567.01 kg ha⁻¹. El tratamiento que representó la mejor opción económica por presentar una Tasa de Retorno Marginal de 245.00 % fue para las 55555 pl ha⁻¹ fertilizadas con 80 kg de N ha⁻¹ **(Azua & Manrique, 2004)**.

En Manabí (Lodana), se estudiaron poblaciones de 50000 y 60000 plantas por hectárea y 80-100-120-140 kg de N/ha., cuyo objetivo principal fue desarrollar tecnología adecuada para incrementar la producción del híbrido simple INIAP H-601 bajo condiciones de riego. La combinación de 50000 pl ha⁻¹ + 140 kg N ha⁻¹ y 60000 pl ha⁻¹ + 100 kg N ha⁻¹ presentaron los valores más altos en cuanto rendimiento de grano con 6565.23 y 6527.57 kg/ha respectivamente. La mejor alternativa tecnológica desde el punto de vista económico se dio cuando se utilizó una población de siembra de 55000 pl/ha + 100 kg N ha⁻¹ que obtuvo una Tasa de Retorno Marginal de 623.58% **(Castro, 2005)**.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2. 2.1 SISTEMAS DE RIEGO

Según Corominas (2010) en las últimas décadas, ha existido la gran expansión del regadío. Esta transformación ha convertido al sector del regadío, en importante en la producción final agraria. Al mismo tiempo se está avanzando rápidamente en la mejora de la eficiencia en el uso del agua, espoleado el sector por la falta de recursos suficientes en los años secos. Asimismo señala que los nuevos enfoques del uso de los recursos naturales que obliga el cambio climático, y de manera más amplia la sostenibilidad, lo que aconseja introducir los balances energéticos del regadío, la huella hídrica y energética y los conceptos de agua y energía virtual, como maneras de acercarse a las tendencias que deberán marcar los cambios necesarios para adaptar los regadíos a la sostenibilidad.

De la Fuente y Calleja (2013) manifiestan que es cada vez es mayor el nivel de conciencia social sobre el ahorro de agua, causado por el deterioro de la redes de abastecimiento, el incremento del consumo derivado del crecimiento poblacional, y el uso excesivo en las áreas verdes, lo que está conllevando a exigir un mejor aprovechamiento del agua mediante sistemas de riego más eficientes.

Según, Arbat (2009) el riego por surcos es el sistema de riego tradicionalmente utilizado para el cultivo de maíz en Emporda (Girona) y en muchas otras zonas. Sin embargo, en la región se han dado

períodos de sequía que han obligado a restringir el riego agrícola. No obstante, los agricultores se plantean la posibilidad de utilizar sistemas de riego más eficientes, como el riego por goteo aplicado especialmente al cultivo de maíz.

De acuerdo a Vidal (2007) un sistema de riego bien dimensionado, operado y mantenido proporciona una gran uniformidad y eficiencia en la aplicación de agua, por lo tanto considera que para mantener esa alta eficiencia en el uso del agua por el cultivo, se debe diseñar un cronograma de riego basado en datos científicos y no en criterios empíricos. Además, señala que existen dos parámetros importantes a considerar para hacer un riego/fertirriego científico, tales como la frecuencia y las necesidades de agua del cultivo.

2.2.2 RIEGO POR GOTEO

El sistema de riego por goteo, ha sido introducido en el agro desde hace algunos años y fue adoptado debido a su alto grado de eficiencia ya que, con este sistema se logra minimizar las pérdidas por infiltración profunda y lo más importante, se reduce el escurrimiento superficial. Así, el agua aplicada es solamente la que el cultivo requiere para su crecimiento y producción. Con este sistema de riego se puede hacer producir mejor los suelos o terrenos pedregosos o con contenido salino, lo que tal vez no sería factible de lograr con los otros sistemas. Los beneficios más importantes que se logra con el sistema de riego por goteo que sólo se humedece una parte del suelo, de

donde la planta podrá obtener el agua y los nutrientes que necesite e implica riegos más continuos. Además, estas características del riego por goteo dan una serie de ventajas tanto agronómicas como económicas. PREDES (2013).

Huck y Hillel, (1983) señalan que la distribución de agua y nutrientes en suelos bajo riego por goteo es vital para determinar el patrón de distribución de raíces. Esta distribución varía y depende de numerosos factores, que incluyen el tiempo, el tipo de cultivo, la humedad y la temperatura del suelo, y el tipo y la concentración de fertilizante nitrogenado. En la zona saturada debajo de la descarga del gotero, las raíces mueren rápidamente debido a la falta de oxígeno en el suelo y, por lo tanto, las raíces vivas se encuentran solamente en el espacio de suelo que provee tanto de humedad como de oxígeno (ver en el Capítulo 4 más discusiones sobre pérdidas de N-NO₃).

Mientras tanto Kafkafi y Tarchitzky (2012) expresan que el riego por goteo permite la entrega directa de agua desde la fuente emisora al punto de demanda, cercano a una planta en crecimiento, con mínimas pérdidas de agua por evaporación desde áreas de suelo no cubiertas por plantas. De la misma manera señalan que las raíces de las plantas proliferan donde el agua y los nutrientes están disponibles. Esta adaptación radicular a las condiciones de suelo húmedo permite el uso de una única línea entre dos hileras de cultivo, o incluso una línea de riego por cada tres surcos de un cultivo o el mojado parcial de la superficie del suelo de quintas frutales

Sne, (2006) señala que las aplicaciones frecuentes y pequeñas de agua en el riego por goteo inducen sistemas radiculares someros y compactos en comparación con sistemas radiculares más profundos y extendidos en cultivos regados por aspersión o por inundación. En contraste, a causa de una mejor aireación y nutrición en la zona de transición del volumen de suelo regado por goteo, la densidad de las raíces finas es significativamente más alta que en los sistemas radiculares que crecen bajo sistemas de riego por aspersión (Sne, 2006). Por lo tanto, los agricultores deben evitar la compactación del suelo en las zonas de plantación durante la preparación del suelo (Huck, 1970).

Según, Hargreaves y Merkley, (2001). Este es un sistema que permite aplicar el agua artificialmente a un cultivo, gota a gota, conducida por medio de conductos cerrados (tubería) hasta los dispositivos emisores que se conocen como goteros. Consta de sistema de filtrado, equipo de fertilización, matrices, dispositivos de control (timer), goteros. Tiene ventajas como: Considerable ahorro de agua, posibilidad de regar cualquier tipo de terreno (accidentado, desnivelado o pobre), utilización de cualquier tipo de agua, aumento en la producción, disminución de malezas, no altera la estructura del terreno (no erosiona), se puede fertilizar y desinfectar por medio del riego; no moja el follaje ni los troncos lo que reduce el riesgo de enfermedades a la planta

2.2.3 FERTILIZANTES NITROGENADOS

De acuerdo a Vidal (2007) las soluciones de urea son una excelente fuente de nitrógeno, su utilización no presenta problemas dada su movilidad en el suelo y la buena solubilidad de los fertilizantes, Además, Vidal (2007) agrega que la urea es un fertilizante nitrogenado muy soluble, esto denota que no reacciona con el agua para formaciones y como tal es una molécula neutra y por lo tanto no tienen efectos colaterales en el agua o en el sistema de riego.

De acuerdo a Burgeño (1994) la urea es un fertilizante soluble en agua y que no es adsorbida fácilmente por el suelo, por ello resulta muy eficiente su utilización en fertilización, se desplaza con el agua de riego y por lo tanto mediante un buen manejo de esta puede colocarse en los lugares más fácilmente utilizables por las plantas, además señala que las plantas utilizan el nitrógeno principalmente en forma nítrica, por lo cual, las aplicaciones de urea o amonio son aconsejables bajo condiciones de suelo y clima que favorezcan el proceso de nitrificación.

Asimismo al (Court *et al.*, 1962) manifiesta que la urea [CO(NH₂)₂] no lleva carga eléctrica cuando se disuelve en agua pura. Una vez que la urea se pone en contacto con el suelo, se transforma muy rápidamente (entre 24 y 48 horas después de la aplicación) en amonio (NH₃) y dióxido de carbono (CO₂). Esta rápida transformación es efectuada por la enzima ureasa, que está presente en la mayoría de los suelos. El amonio producido interactúa inmediatamente con el agua para dar hidróxido de amonio, (NH₃ + H₂O = NH₄OH), lo que

resulta en un aumento localizado del pH del suelo. El primer cambio que se observa un día después de la aplicación de urea es un incremento del pH del suelo cerca del sitio donde se incorporó.

2.2.4 CARACTERISTICAS DEL HÍBRIDO 601

El híbrido simple INIAP H -601 se obtuvo mediante el cruzamiento de una línea S4 con una línea endogámica S6 introducida del CIMMYT, que tiene las siguientes características: Ciclo vegetativo 120 días; floración masculina 53 días; floración femenina 53 días; altura de planta 234 cm; altura de mazorca 130 cm; cobertura de mazorca buena y rendimientos promedios de 5260 kg/ha. (Soledispa, 2003).

2.2.5 REQUERIMIENTO HÍDRICO DEL MAÍZ

Considerando que el cultivo de maíz es una planta con necesidades hídricas importantes durante todo su periodo vegetativo, requiere unos 250 litros por cada kg de materia seca producida. (Alonso, (2015). Mientras que Lafitte (1993) indica que los requerimientos del cultivo de maíz van desde 500 a 700 mm de precipitaciones, bien distribuidas durante el ciclo del cultivo.

CAPÍTULO 2

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo de verano del 2015, en el sitio Joa, cantón Jipijapa, Provincia de Manabí, que se encuentra ubicado geográficamente entre las coordenadas UTM 9847724 y 17 M 0541156, el lugar de la investigación se encuentra a 5 km de la ciudad de Jipijapa, en la vía que conduce a Jipijapa – Puerto Cayo.

Tabla N°1: Características pedológicas y climáticas de Joa, Jipijapa. 2015.

Características	Localidad
Topografía	Plana
Textura	Arcillo limoso
Ph	6.5 ligeramente ácido
Drenaje	Natural
Suelo	Aluvial
Contenido de materia orgánica	2.4 % bajo
Altitud	47 msnm
Temperatura medio anual	26° C
Precipitación medio anual	300 mm
Disponibilidad de agua	Río Jipijapa

3.2 FACTORES EN ESTUDIO

1. Tiempo de goteo

T1. 1 hora

T2. 3 horas

2. Frecuencia de riego

F1. Diario

F2. Cada 3 días

3. Fertilización Nitrogenada

D1. 50 kg ha⁻¹

D2. 100 kg ha⁻¹

D3. 150 kg ha⁻¹

3.3 MATERIAL VEGETATIVO

La semilla de maíz que se empleó es el híbrido INIAP-601 de color amarillo obtenida en la Estación Experimental Portoviejo del INIAP.

3.4 TRATAMIENTOS

Tratamientos

La combinación de los factores en estudio, dieron los siguientes tratamientos:

1.	T1 X F1X D1 (1hora/Planta x diario x 50 kg ha ⁻¹)
2.	T1 XF1X D2 (1 hora/Planta x diario x 100 kg ha ⁻¹)
3.	T1 XF1X D3 (1 hora/Planta x diario x 150 kg ha ⁻¹)
4	T1 XF2X D1 (1hora/Planta x cada 3 días x 50 kg ha ⁻¹)
5.	T1 XF2X D2 (1 hora/Planta x cada 3 días x 100 kg ha ⁻¹)
6.	T1 XF2X D3 (1 hora/Planta x cada 3 días x 150 kg ha ⁻¹)
7.	T2 XF1X D1 (3 horas/Planta x diario x 50 kg ha ⁻¹)
8.	T2 XF1X D2 (3 horas/Planta x diario x 100 kg ha ⁻¹)
9.	T2XF1X D3 (3 horas/Planta x diario x 150 kg ha ⁻¹)
10.	T2XF2XD1 (3 horas/Planta x cada 3 días x 50 kg ha ⁻¹)
11.	T2X F2 XD2 (3 horas/Planta x cada 3 días x 100 kg ha ⁻¹)
12.	T2XF2XD3 (3 horas/Planta x cada 3 días x 150 kg ha ⁻¹)

3.5 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

1. **Tipo de diseño:** Diseño experimental de Parcelas subdivididas
2. **Características de las unidades experimentales**

Número de tratamientos	12
Número de repeticiones	3
Distancia entre plantas	0.20 m
Distancias entre calles	0.80 m
Número de hileras por parcela	5
Longitud de hileras	4.0 m
Hileras útiles	3
Área útil (m ²)	7.68 m ² (3.2m x 2.4m)
Área de la parcela grande (m ²)	96 m ² (24m x 4m)
Área total de la subparcela (m ²)	16 m ² (4m x 4m)
Área total del ensayo (m ²)	768 m ² (48m x 16m)

G. Análisis estadístico

1. Esquema del análisis de varianza

F.V	G.L
Total	35
Repeticiones	2
Tiempo de riego (T)	1

Error A	2
Frecuencias de riego (F)	1
Tiempo x frecuencias (T x F)	1
Error B	4
Dosis de nitrógeno (D)	2
Tiempo x dosis de nitrógeno (T x N)	2
Frecuencia x Dosis de nitrógeno (F x N)	2
Tiempo x Frecuencias x Dosis nitrógeno (T x F x D)	2
Error C	16
Prueba de comparaciones de media Tukey al 0.05 %	
C.V (Coeficiente de variación)	

3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

a. Toma de muestras del suelo para análisis

Prevía a la instalación del ensayo y al final del ciclo del cultivo se tomaron muestras del suelo para su análisis físico y químico. La muestra fue representativa y homogénea y se la tomó a una profundidad de 20 cm. Se determinó los tipos de nutrientes existentes en los suelos, el pH y Textura y Estructura.

c. Preparación del suelo

El laboreo del suelo se realizó mediante el sistema convencional, de los productores de la zona, efectuando la limpieza de malezas y amontonamiento, posteriormente se procedió a la demarcación de identificación de las parcelas.

d. Siembra

La siembra se efectuó, con espeque dejando una semilla por sitio. Los distanciamientos de siembra serán de 0.40m entre hileras y 0.20m entre plantas.

e. Control de maleza

Con la finalidad de controlar las malezas se realizó una aplicación en pre emergencia de 3 litros de lazo + 1 kg de afalon. El control de malezas con pre emergentes fue efectivo por lo que no se requirió realizar controles de malezas complementarios

f. Control fitosanitarios

Se trató la semilla con semevin 350 F para combatir al gusano tierrero, en el caso del cogollero (*Spodoptera frugiperda*) entre los 18 días se realizó un control con Clorpirifó 480 EC y, a los 40 días se empleó un cebo a base de arena y el producto químico, con fecha del 2 de Agosto del 2015.

g. Riegos

Los riegos se realizaron de acuerdo a los tratamientos, según el tiempo y frecuencia planificada en el estudio. Previo al establecimiento del ensayo se instaló el sistema de riego por goteo. Se utilizó goteros con salida de 1 litro por hora.

h. Fertilización

Esta labor se la realizó a los 20 días después de la siembra, con urea en la dosis de acuerdo a los respectivos tratamientos. A la floración (40 días) se aplicó una segunda fracción de acuerdo al tratamiento.

3.7 TOMA DE DATOS Y METODOLOGÍA UTILIZADA

a. Datos a analizarse estadísticamente

Altura de la planta (cm).- Esta variable se obtuvo midiendo 10 plantas por tratamiento, desde la base de la superficie del suelo hasta el punto donde la espiga comenzaba a dividirse. Este dato se tomará a los 30, 60 y 90 días después de la siembra.

Altura de la inserción de la mazorca (cm). En las mismas plantas cuya altura se midió, se determinó esta variable midiendo desde la base del suelo hasta el nudo de la inserción de la mazorca, con el instrumento utilizado en la anterior variable

Número total de hojas.- Se contó el número de hojas existentes en 10 plantas de la parcela útil a los 90 días después de la siembra.

Diámetro del Tallo.- Esta variable se midió a los 30, 60 y 90 días después de la siembra. Se usó una regla graduada, la medida se dio en cm.

Longitud y diámetro de la Mazorca.- Se tomó de 10 mazorca al momento de la cosecha, de la parcela útil y de cada uno de los

tratamientos y con una regla graduada se midió la longitud y el diámetro en centímetros.

Rendimiento (kg ha⁻¹).- Esta variable se determinó en base al peso de campo de la superficie útil de cada tratamiento ajustado al 14 % de humedad.

Se determinó el rendimiento en Kg ha⁻¹ considerando los siguientes parámetros y procedimientos.

El factor de corrección por superficie (FCS) para convertir el peso de parcela a kg ha⁻¹ se calculó con el tamaño de parcela en metros cuadrados.

$$\text{FCS} = 10000/\text{tamaño real de parcela (área útil)} \quad (1)$$

$$\text{FCS} = 10000 / 7.68 \text{ m}^2$$

$$\text{FCS} = 1302.08 \text{ m}^2$$

El factor de corrección por humedad (FCH) al 14% para convertir el peso a un contenido constante de humedad, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{FCH} = (100 - \% \text{ hum. Cosecha}) / (100 - 14) \quad (2)$$

Entonces para el cálculo en kg ha^{-1} con 14% de humedad se reemplazan los valores de:

$$\text{Kg ha}^{-1} = \text{Rend. Kg parcela}^{-1} \times \text{FCS} \times \text{FCH} \quad (3)$$

Costo de los tratamientos.- La metodología utilizada en la evaluación económica consistió en el presupuesto parcial y el análisis marginal (CIMMYT 1988)

Evapotranspiración Potencial Mensual

Se calculó la evapotranspiración potencial mensual mm/mes mediante la tina de evaporación de referencia (mm/día) por lo cual se necesitó datos del coeficiente de la tina (K_p) para convertir valores de evaporación a ET_0 y la evaporación de la tina (mm/día).

Evapotranspiración de Referencia (ET_0)

Se calculó partir del método del Tanque evaporímetro clase "A", en base a los registros de evaporación obtenidos de la estación meteorológica Cantagallo y se la determino con la siguiente ecuación.

$$ET_0 (\text{mm/día}) = E_v \times K_p \quad (4)$$

Dónde:

E_v : Corresponde a la lectura diaria de evaporación de la tina,

K_p : Coeficiente del tanque evaporímetro clase "A". Este valor depende

de la velocidad del viento, humedad relativa y distancia del tanque al cambio de cobertura; y se obtuvo a través de los valores de K_p del Apéndice N°. 2. La información climática para deducir este valor se la obtuvo del registro histórico de la zona. (Ver Tabla N°. 4).

Evapotranspiración del Cultivo o Real (ETc)

Para determinar la evapotranspiración del cultivo, se utilizó el procedimiento indicado en la publicación FAO N° 56, mediante la ecuación siguiente:

$$ET_c \text{ (mm/día)} = ET_o \times K_c \text{ (5)}$$

Dónde:

ET_o : Evapotranspiración de referencia (mm/día).

K_c : Coeficiente de cultivo del maíz, asumiendo los valores de coeficiente de los cultivos de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo, y en cierta medida con la velocidad del viento y la humedad, indicados en la publicación FAO N° 56, titulada “Evapotranspiración del cultivo”: $K_{c\text{inicial}}=0.4$; $K_{c\text{medio}}= 0.80$; $K_{c\text{final}}= 0.70$. La información completa se puede revisar en la Tabla 5.

Volúmenes de agua requeridos en el cultivo del maíz

Los bloques de tratamientos están conformados por 5 líneas, cada línea de riego es igual a 16 metros lineales de cinta de riego con una distancia entre emisores de 0.20m dando un total de 80 emisores por línea con un caudal de 1L/ h, teniendo un total en el bloque de 80 metros lineales de cinta de riego y un total de 400 emisores con un

caudal total de 400L/h por bloque.

Cálculo de volúmenes totales de agua

- Volumen de riego = 80 L/h x 5 líneas = 400 L/h x 3 repeticiones = 1200 L/horas x parcelas con una frecuencia de 3 días. (6)
- Volumen total = 1200 x 30 días = 36000 litros = 36 m³ (7)
- Volumen total = 400 L/h x 3 = 1200 x 90 días = 108000 litros = 108 m³ (8)
- Volumen total = 400 L/h x 3días = 1200 x 3 horas = 3600 l/h x 90 días = 324000 litros = 324 m³ (9)
- Volumen total = 400 L/h x 3días = 1200 x 3 horas = 3600 l/h x 30 días = 108000 litros = 108 m³ (10)

Tabla N° 2: Volúmenes totales de agua aplicada a las parcelas en el ensayo

Tratamientos (tiempo/frecuencia)	Volúmenes de agua de riego	Días de riego	Rend. medianas	Parcelas	Volum. de riego	Volum. Total Utilizado en el riego
T1F2	1l/h	30	49.21Kg parcela ⁻¹		30 l/h	36 m ³
T2F1	1l/h	90	43.08Kg parcela ⁻¹		90 l/h	108 m ³
T1F1	3l/h	90	45.15Kg parcela ⁻¹		90 l/h	324 m ³
T2F2	3l/h	30	45.57Kg parcela ⁻¹		30 l/h	108 m ³

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Determinación de la lámina de riego

Según el cálculo realizado a cada 10 cm de profundidad del horizonte

A, tenemos 13mm y del horizonte B a cada 10cm tenemos 14mm de agua. Entonces el agua disponible total en los 30 cm de profundidad de las raíces es de 27mm.

Tabla N° 3: Valores requeridos para la determinación de la lámina de riego según los horizontes A y B

	HP% CC	HP%PMP	HU%-HA	HU%-HB	AD
HORIZONTE A	21.76	11	27.85	32.47	13mm/10cm
HORIZONTE B	25.37	14	14.08	17.92	14mm/10cm

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

HP% CC = contenido de agua a capacidad de campo

HP% PMP = Punto de marchitez permanente

HU%-HA = Humedad de volumen del horizonte A

HU%-HB = Humedad de volumen en el horizonte B

AD = Agua disponible

Lámina requerida de agua

Las necesidades requeridas de agua de riego se determinaron en base a la ecuación 11:

$$Lr = (\%A - (C.C - PMP) \times Da. Pr) / 100 \quad (11)$$

$$Lr = (768 - (27 - 11) \times 1.2 \times 0.30) / 100$$

$$Lr = 7.71\text{mm}$$

Lámina Neta

Las necesidades netas de riego se determinaron considerando el horizonte A y horizonte B; además asumiendo un valor de "P" para el maíz de 0.50 en base a la ecuación 12:

$$L_n = ET_c - P_e \quad (12)$$

$$L_n = 27\text{mm} \times 0.50 = 13.5\text{mm}$$

Lámina bruta

Las necesidades netas de riego se determinaron en base a la ecuación 13:

$$L_b = L_n / E_f = \quad (13)$$

$$L_b = 13.5\text{mm} / 0.9 = 15\text{mm}$$

3.8 DATOS COMPLEMENTARIOS

Fecha de siembra

Se registró la fecha de siembra del ensayo que fue el 20 de Junio del 2015

Días a la emergencia

Se consideró a los 7 días de la germinación con el 50 % de las plantas que ya habían emergido y fue el 17 de junio del 2015.

Días a la floración

La presente variable se registró considerando el intervalo desde la fecha de la siembra hasta que cada tratamiento tuvo el 50 % de los estigmas visibles y fue el día 4 de Agosto del 2015.

3.9 EQUIPOS Y MATERIALES

3.9.1 Laboratorios

Se tomó muestras de suelos para análisis de los contenidos de nutrientes, pH, y propiedades físicas (textura).

3.9.2. Materiales y equipos

- De medición (G.P.S., balanza, calibrador digital, regla de medición, Flexómetro, estacas y cuerda y/o cinta)
- Cámara fotográfica
- Computador
- Herramientas (pala, azadón, espeque)
- Bomba de mochila
- Equipo de seguridad (botas, overol, guantes, gafas mascarilla y gorra)
- Recipientes plásticos
- Tachos de 20 litros

3.9.3 Insumos

- Semillas del híbrido de maíz INIAP 601
- Insecticidas Clorpirifos
- Fertilizante químico Urea
- Herbicidas Lazo, afalon y Paraquat
- Fijadores y reguladores de pH
- Sistema de riego por goteo

RESULTADOS

4.1. Evapotranspiración de Referencia (Eto) y evapotranspiración del Cultivo (ETc)

De acuerdo a tabla 1 y 2. La evapotranspiración del cultivo de maíz en el mes de junio, etapa inicial del ensayo fue de 129mm/mensual con un promedio día 4.30 mm/día, mientras que en las tres etapas fenológicas del cultivo del maíz se determinó que en la etapa de inicio (Etc.) fue de 16mm en 40 días, la etapa de desarrollo (Etc.) a los 80 días fue de 64mm y en la etapa final (Etc.) y a los 120 días fue de 84mm.

Tabla N° 4: Datos de evapotranspiración de acuerdo a la condiciones climáticas históricas en el territorio

Meses	$E_{t_0} = E_v * k_p$	E_{t_0} mensual
Junio	$6.61 \times 0.65 = 4.30 \text{mm/día}$	$4.30 \text{mm/día} \times 30 \text{días} = 129 \text{mm}$
Julio	$5.89 \times 0.65 = 3.83 \text{mm/día}$	$3.83 \text{mm/día} \times 31 \text{días} = 118.73 \text{mm}$
Agosto	$4.68 \times 0.65 = 3.04 \text{mm/día}$	$3.04 \text{mm/día} \times 31 \text{días} = 94.24 \text{mm}$
Septiembre	$5.17 \times 0.65 = 3.36 \text{mm/día}$	$3.36 \text{mm/día} \times 30 \text{días} = 100.8 \text{mm}$

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N° 5: Cálculo de las necesidades del cultivo del maíz.

Etapas	Duración(días)	Kc	Et _c (mm)
Inicial	40	0.4	16 mm
Desarrollo	80	0.8	64 mm
Final	120	0.70	84 mm

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

4.2 Volúmenes de agua requeridos en el cultivo del maíz

De acuerdo al requerimiento hídrico del maíz que es de 350mm, se pudo determinar que en el ensayo (tabla 4) en campo con los volúmenes aplicados al tratamiento T1F2 en donde se realizaron 30 riegos de 1 hora con una frecuencia de cada 3 días y con un caudal 1 l /h teniendo un total de agua de riego aplicada de 36m³ obteniendo un rendimiento con este volumen de agua de 49.21 kg parcela⁻¹ esto para las recomendaciones técnicas se lo transformó en rendimiento de kg ha⁻¹ y fue 2563.02 en el tratamiento T2F1 se realizaron 90 riegos de 1 hora con una frecuencia de riego diaria y con un caudal 1 l / h teniendo un total de agua de riego aplicada de 108 m³ obteniendo un rendimiento con este volumen de agua de 43.08 kg parcela⁻¹ esto para las recomendaciones técnicas se lo transformó en rendimiento de kg ha⁻¹ de 2243.75 kg ha⁻¹, mientras que en el tratamiento T1F1 se realizaron 90 riegos de 3 horas con una frecuencia diaria y con un caudal 3 l / h teniendo un total de agua de riego aplicada de 324 m³ en donde se obtuvo un rendimiento con este volumen de agua de 45.15 kg parcela⁻¹ esto para las recomendaciones técnicas se lo transformó en rendimiento de kg ha⁻¹ y es de 2351.04 kg ha⁻¹; mientras que en el tratamiento T2F2 se realizaron 30 riegos de 3 horas con una frecuencia de cada 3 días y con un caudal 3 l /h teniendo un total de agua de riego aplicada de 108 m³ y obteniendo un rendimiento con este volumen de agua de 45.57 kg parcela⁻¹ esto para las recomendaciones técnicas se lo transformó en rendimiento de kg ha⁻¹ y es de 3373.44.

Tabla N°6.- Consumo total de agua del rendimiento por Kg ha⁻¹

Tratamientos (tiempo/frecuencia)	Rend. Parcelas medianas	Vol. Total Utilizado en el riego	Consu. de agua total por ha ⁻¹	Rendimiento por kg ha ⁻¹
T1F2	49.21kg parc ⁻¹ .	36 m ³	1875 m ³	2563.02kg ha ⁻¹
T2F1	43.08kg parc ⁻¹ .	108 m ³	5625 m ³	2243.75kg ha ⁻¹
T1F1	45.15kg parc ⁻¹ .	324 m ³	16875 m ³	2351.04kg ha ⁻¹
T2F2	45.57kg parc ⁻¹	108 m ³	5625 m ³	3373.44kg ha ⁻¹

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Considerando la eficiencia del sistema al 90% se determinó una lámina requerida 7.71mm; además considerando la sumatoria de los horizontes A y B se obtuvo una lámina neta de 13.5mm y una lámina bruta de 15mm.

4.3 Experimento de campo

4.3.1 Altura de planta a los 30 días

En (Tabla N° 7, 8 y 9), se observan los valores correspondientes a esta variable. El análisis de varianza no presentó diferencias estadísticas para los factores tiempo y frecuencia de riego, y dosis nitrogenada, así como para las interacciones de primer y segundo orden.

Sin embargo, existieron diferencias numéricas para los factores individuales, interacciones de primer y segundo orden, en el factor Tiempo de riegos, se logra la mayor altura de planta (56,94 cm) cuando se da riego por tres horas. Mientras que el mayor promedio (56.17cm) se logra con una frecuencia de riego diaria. Con respecto al factor dosis de nitrógeno la mayor altura de planta (57.42 cm) se alcanza con una dosis de nitrógeno de 50kg ha⁻¹. En las interacciones de primer orden, tiempo por frecuencia la mayor altura de planta (58.22cm) se presenta con un tiempo de 3 horas de riego y con una frecuencia diaria. Para la interacción Tiempo por dosis nitrogenada el tratamiento que presenta la mayor altura de planta (60.00 cm) fue cuando se interacciona tres horas de riego con la dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹. En la interacción frecuencia por dosis, la combinación que presenta el mejor promedio (58cm) fue frecuencia diaria con una dosis de 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, la combinación que presenta los mayores valores promedios (60.33cm) fue el tiempo de riego de tres horas por una frecuencia diaria y con una dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹.

4.3.2 Altura de planta a los 60 días

En (Tabla N° 7, 8 y 9), se presentan los valores correspondientes a esta variable. El análisis de varianza no encontró diferencias estadísticas significativas para los factores individuales tiempo, frecuencia de riego, y dosis nitrogenada, así como para las interacciones de primer y segundo orden.

No obstante, se observan diferencias numéricas para los factores individuales, interacciones de primer y segundo orden, en el factor Tiempo de riego, se alcanza la mayor altura de planta (248.79 cm) cuando se riega con un tiempo de tres horas. Con respecto a frecuencia de riego, el mayor valor promedio (249.50cm) se logra con una frecuencia diaria de riego. En cuanto al factor dosis de nitrógeno, los más altos promedios de altura de planta (249.25 cm) se logran con una dosis de nitrógeno de 150kg ha^{-1} . En las interacciones de primer orden, tiempo por frecuencia, el valor más alto en cuanto a la altura de planta (249.56 cm) se presenta con un tiempo de 3 horas de riego y con una frecuencia diaria. Para la interacción, Tiempo por dosis nitrogenada, la combinación que mostró la mayor altura de planta

(253.17 cm) fue cuando se interacciona tres horas de riego con la dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹. En la interacción frecuencia por dosis, el tratamiento que presenta el mejor valor promedio (252.17 cm) fue frecuencia diaria con una dosis de 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, la combinación que presenta los mayores valores promedios (254.67cm) fue el tiempo de riego de una hora con una frecuencia diaria y con una dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹.

4.3.3 Altura de planta a los 90 días

En (Tabla N° 7, 8 y 9), se presentan los valores correspondientes a esta variable. De las respuestas obtenidas del análisis de varianza (ADEVA) correspondiente a altura de planta a los 90 días, se observa que no existió diferencias estadísticas significativas para los factores individuales tiempo, frecuencia de riego, y dosis nitrogenada, así como para las interacciones de primer y segundo orden. El coeficiente de variación para esta variable fue de 3.63%.

Es importante hacer notar que a pesar de no existir diferencias estadísticas, se observan diferencias numéricas para los factores individuales, interacciones de primer y segundo orden. Con respecto al factor Tiempo de riego, la mayor altura de planta (256.17cm) se logra cuando se riega con un tiempo de tres horas. En cuanto al factor frecuencia de riego, el mayor valor promedio (2257.61cm) se alcanza con una frecuencia diaria de riego. En factor dosis de nitrógeno, el más alto valor promedio de altura de planta (256.50 cm) se presenta con una dosis de nitrógeno de 100kg ha⁻¹. Con respecto a las interacciones de primer orden, tiempo por frecuencia, el mayor valor de altura de planta (258.00 cm) se presenta con un tiempo de 1 hora de riego y con una frecuencia diaria. Para la combinación, Tiempo por dosis nitrogenada, el tratamiento que mostró la mayor altura de planta (258.17 cm) fue cuando se interacciona una hora de riego con la dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹. Mientras tanto en la interacción frecuencia por dosis, el tratamiento que muestra el mayor valor promedio de altura de planta a los 90 días (259.677 cm) fue frecuencia diaria con una dosis de 50 kg ha⁻¹. Con respecto a la combinaciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, el tratamiento que muestra los mayores valores promedios

(254.67cm) fue la combinación de tiempo de riego de una hora con una frecuencia diaria y con una dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹.

Tabla N°7: Valores Promedios de altura de planta (cm) a los 30, 60 y 90 días en los factores individuales.

FACTORES	Altura de planta a los 30 días (cm)	altura de planta a los 60 días (cm)	Altura de planta a los 90 días (cm)
	N.S	N.S	N.S
Tiempo			
1 Hora	53.78	245.72	254.33
3 Horas	56.94	248.79	256.17
Frecuencias	N.S	N.S	N.S
Diaria	56.17	249.50	257.61
Cada/ 3 días	54.56	245.00	252.89
Dosis	N.S	N.S.	N.S
50 Kg ha ⁻¹	57.42	244.67	254.92
100 Kg ha ⁻¹	55.33	247.83	256.50
150 Kg ha ⁻¹	53.33	249.25	254.33

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N°8: Promedios de altura de planta (cm) a los 30, 60 y 90 días en las interacciones de primer orden

INTERACCIONES	Altura de planta a los 30 días (cm)	altura de planta a los 60 días (cm)	Altura de planta a los 90 días (cm)
	N.S	N.S	N.S
Tiempo x Frecuencia			
T1 x F1	54.11	249.44	258.00
T1 x F2	53.44	242.00	250.67
T2 x F1	58.22	249.56	257.22
T2 x F2	55.67	248.00	255.11
Tiempo x Dosis N	N.S	N.S	N.S
T1 x D1	54.83	244.17	252.67

T1 x D3	54.50	247.67	258.17
T1 x D3	52.00	245.33	252.17
T2 x D1	60.00	245.17	257.17
T2 x D2	56.17	248.00	254.83
T2 x D3	54.67	253.17	256.50
Frecuencia x Dosis N	N.S	N.S	N.S
F1 x D1	58.00	252.17	259.67
F1 x D2	56.83	248.17	258.00
F1 x D3	53.67	248.17	255.17
F2 x D1	56.83	237.17	250.17
F2 x D2	53.83	247.50	255.00
F2 x D3	53.00	250.33	253.50

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N°9: Promedios de altura de planta (cm) a los 30, 60 y 90 días en las interacciones de segundo orden.

TRATAMIENTOS	Altura de planta a los 30 días (cm)	altura de planta a los 60 días (cm)	Altura de planta a los 90 días (cm)
	N.S	N.S	N.S
Tiempo x Frecuencia X Dosis			
T1 x F1 x D1	55.67	254.67	259.00
T1 x F1 x D2	55.33	251.00	263.00
T1 x F1 x D3	51.33	242.67	252.00
T1 x F2 x D1	54.00	233.67	246.33
T1 x F2 x D2	53.67	244.33	253.33
T1 x F2 x D3	52.67	248.00	252.33
T2 x F1 x D1	60.33	249.67	260.33
T1 x F1 x D2	58.33	245.33	253.00
T2 x F1 x D3	56.00	253.67	258.33
T2 x F2 x D1	59.67	240.67	254.00
T2 x F2 x D2	54.00	250.67	256.67
T2 x F2 x D3	53.33	252.67	254.67

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

4.3.4 Diámetro de tallo a los 30 días

En (Tabla N° 10, 11 y 12), se observan los valores correspondientes a la variable diámetro de tallo a los 30 días. El análisis de varianza realizado para esta variable mostró que no existen diferencias estadísticas para ningún factor estudiado y analizado independientemente y en combinación con los otros factores. No obstante se muestran diferencias numéricas para los factores individuales, e interacciones de primer y segundo orden, en el factor Tiempo de riegos, se logra el mayor diámetro de tallo (1.90 cm) cuando se da riego por tres horas. Mientras que el valor promedio para el factor frecuencias (1.89cm) es igual para las dos frecuencias. Con respecto al factor dosis de nitrógeno el mayor diámetro de tallo (1.90 cm) se alcanza con una dosis de nitrógeno de 50kg ha⁻¹. En las interacciones de primer orden, tiempo por frecuencia los valores promedios de mayor diámetro de tallo (1.90cm) son iguales para la combinación con un tiempo de tres horas de riego y con una frecuencia diaria y tres días. Para la interacción Tiempo por dosis nitrogenada los tratamientos que presentan el mayor diámetro de tallo (1.96 cm) fue cuando se interacciona una hora de riego con la dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹ y tres horas con una dosis de 50 kg ha⁻¹. En la interacción frecuencia por dosis, la combinación que presenta el mejor diámetro de tallo (1.99 cm) fue con frecuencia diaria y una dosis de 150 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, la combinación que presenta los mayores valores promedios (2.05 cm) fue el tiempo de riego de una

hora por una frecuencia diaria y con una dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹.

4.3.5 Diámetro de tallo a los 60 días

En (Tabla N° 10, 11 y 12), se presentan los valores correspondientes a la variable diámetro de tallo a los 60 días. El análisis de varianza (ADEVA) realizado para esta variable muestra que no existen diferencias estadísticas para ningún factor estudiado y analizado independientemente y en combinación con los otros factores. Sin embargo, se observan diferencias numéricas para los factores individuales, e interacciones de primer y segundo orden, en el factor Tiempo de riegos, se logra el mayor diámetro de tallo a los 60 días (2.30 cm) cuando se da una hora de riego. Mientras tanto, el valor promedio más alto se presenta para el factor frecuencias (2.31 cm) es presenta para frecuencia diaria. En el factor dosis de nitrógeno el mayor diámetro de tallo (2.38 cm) se muestra con una dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹. En las interacciones de primer orden, tiempo por frecuencia los valores promedios de mayor diámetro de tallo a los 60 días (2.33 cm) se presenta en la combinación con un tiempo de una hora de riego y una frecuencia diaria. Para la interacción Tiempo por dosis nitrogenada los tratamientos que presentan el mayor diámetro de tallo (2.40 cm) fue cuando se interacciona una hora de riego con la dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹. En la interacción frecuencia por dosis, la combinación que presenta el mejor diámetro de tallo (2.43 cm) fue con frecuencia diaria y una dosis de 100 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de

nitrógeno, la combinación que presenta los mayores valores promedios (2.05 cm) fue el tiempo de riego de una hora por una frecuencia diaria y con una dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹.

4.3.6 Diámetro de tallo a los 90 días

Al realizar el ADEVA para esta variable (Tabla N° 10, 11 y 12), no se encontró significación estadística para ninguno de los factores estudiados y analizado independientemente y en combinación con los otros factores. Sin embargo, se observan diferencias numéricas para los factores individuales, e interacciones de primer y segundo orden, en el factor Tiempo de riego, se logra el mayor diámetro de tallo a los 90 días (3.19 cm) con una hora de riego. Mientras tanto, el valor promedio más alto se presenta para el factor frecuencias (3.24cm) para frecuencia diaria. En dosis de nitrógeno el mayor diámetro de tallo a los 90 días (3.25 cm) se observa con una dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de primer orden, tiempo por frecuencia los mayores valores promedios diámetro de tallo a los 90 días (3.26 cm) se presenta en la combinación con un tiempo de una hora de riego y una frecuencia diaria. Para la interacción Tiempo por dosis nitrogenada la combinación que presentan el mayor diámetro de tallo a los 90 días (3.38 cm) cuando se interacciona una hora de riego con la dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹. En la interacción frecuencia por dosis, la combinación que presenta el mejor diámetro de tallo (3.37 cm) fue frecuencia diaria y una dosis de 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, la combinación que presenta los mayores valores

promedios (3.33 cm) fue tiempo de riego una hora con una frecuencia diaria con una dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹.

Tabla N° 10: Valores promedios de diámetro del tallo (cm) a los 30, 60 y 90 días en los factores individuales.

FACTORES	Diámetro del tallo a los 30 días (cm)	Diámetro de tallo a los 60 días (cm)	Diámetro de tallo a los 90 días (cm)
	N.S	N.S	N.S
Tiempo			
1 Hora	1.87	2.3	3.19
3 Horas	1.9	2.26	3.15
Frecuencias	N.S	N.S	N.S
Diaria	1.89	2.31	3.24
Cada/ 3 días	1.89	2.25	3.10
Dosis	N.S	N.S	N.S
50 Kg ha ⁻¹	1.90	2.19	3.25
100 Kg ha ⁻¹	1.86	2.38	3.18
150 Kg ha ⁻¹	1.90	2.27	3.08

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N°11: Promedios de diámetro del tallo (cm) a los 30, 60 y 90 días en las interacciones de primer orden.

INTERACCIONES	Diámetro del tallo a los 30 días (cm)	Diámetro de tallo a los 60 días (cm)	Diámetro de tallo a los 90 días (cm)
	N.S	N.S	N.S
Tiempo x Frecuencia			
T1 x F1	1.87	2.33	3.26
T1 x F2	1.86	2.26	3.12
T2 x F1	1.90	2.29	3.22
T2 x F2	1.90	2.23	3.08
Tiempo x Dosis N	N.S	N.S	N.S
T1 x D1	1.83	2.13	3.38
T1 x D2	1.80	2.40	3.10
T1 x D3	1.96	2.35	3.10
T2 x D1	1.96	2.25	3.12
T2 x D2	1.91	2.35	3.27
T2 x D3	1.82	2.18	3.07
Frecuencia x Dosis N	N.S	N.S	N.S
F1 x D1	1.88	2.18	3.37
F1 x D2	1.76	2.43	3.15
F1 x D3	1.99	2.31	3.21
F2 x D1	1.92	2.20	3.13
F2 x D2	1.92	2.32	3.22
F2 x D3	1.80	2.23	2.95

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N° 12: Promedios de diámetro del tallo (cm) a los 30, 60 y 90 días en las interacciones de segundo orden.

TRATAMIENTOS	Diámetro del tallo a los 30 días (cm)	Diámetro de tallo a los 60 días (cm)	Diámetro de tallo a los 90 días (cm)
	N.S	N.S	N.S
Tiempo x Frecuencia X Dosis			
T1 x F1 x D1	1.77	2.07	3.57
T1 x F1 x D2	1.77	2.40	2.90
T1 x F1 x D3	2.05	2.52	3.33
T1 x F2 x D1	1.89	2.20	3.19
T1 x F2 x D2	1.83	2.40	3.03
T1 x F2 x D3	1.87	2.19	2.87
T2 x F1 x D1	1.98	2.30	3.17
T1 x F1 x D2	1.82	2.47	3.40
T2 x F1 x D3	1.92	2.10	3.10
T2 x F2 x D1	1.95	2.20	3.08
T2 x F2 x D2	2.00	2.23	3.13
T2 x F2 x D3	1.73	2.27	3.03

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

4.3.7 Altura de inserción de la mazorca (cm)

En (Tabla N° 13, 14 y 15), se presentan los valores correspondientes a esta variable. El análisis de varianza realizado para esta variable, no encontró significación estadística para ninguno de los factores individuales y en combinación con los otros factores. No obstante, se muestran diferencias numéricas importantes para los factores individuales, e interacciones de primer y segundo orden, en el factor Tiempo de riego, se presenta la mayor altura de inserción de

la mazorca (142.11 cm) con tres horas de riego. Mientras que el valor promedio más alto se presenta para el factor frecuencias (147.67cm) es para frecuencia diaria. En dosis de nitrógeno la mayor altura de inserción de la mazorca (146.00 cm) se observa con una dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹. En las interacciones de primer orden tiempo por frecuencia, los mayores valores promedios altura de inserción de la mazorca (149.11 cm) se presenta en la combinación con un tiempo de una hora de riego y una frecuencia diaria. Para la interacción Tiempo por dosis nitrogenada la combinación que presentan la mayor altura de inserción de la mazorca (147.00cm) cuando se interacciona tres horas de riego con la dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹. En la interacción frecuencia por dosis, la combinación que presenta la mejor altura de inserción de la mazorca (151.67 cm) fue frecuencia diaria y una dosis de 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, la combinación que presenta los mayores valores promedios de altura de inserción de la mazorca (158.00 cm) fue tiempo de riego una hora con una frecuencia diaria con una dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹.

4.3.8 Número de hojas

En (Tabla N° 13, 14 y 15), se presentan los valores correspondientes a esta variable. El análisis de varianza realizado para esta variable, mientras que para las interacciones de primer y segundo orden se encontró significación estadística al 0.1 % de probabilidades. No así para la interacción tiempo por frecuencias. No

obstante, en los factores individuales se observan diferencias numéricas, en el factor Tiempo de riegos, se presenta el mayor valor de número de hojas (13.00) con tres horas de riego. Mientras que el valor promedio más alto en frecuencias (13.00) frecuencia diaria. En dosis de nitrógeno el más alto valor promedio de (13.18) se observa con una dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de tiempo por frecuencia, los mayores valores promedios de número de hojas (17.20) se presenta en la combinación con un tiempo de una hora de riego y una frecuencia diaria. Para la interacción Tiempo por dosis nitrogenada la prueba de Tukey al 5% de significación muestra dos rangos. La combinación que presenta el mayor número de hojas (13.43) fue interacciona tres horas de riego con la dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹. En la interacción frecuencia por dosis, la prueba de Tukey al 5 % de probabilidades presenta dos rangos, en donde la combinación que presenta el mayor número de hojas (13.30) fue frecuencia diaria y una dosis de 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, prueba de Tukey al 5 % de probabilidades muestra dos rangos de significación, siendo la combinación tiempo de riego una hora con una frecuencia diaria con una dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹ la que presenta los mayores valores promedios de numero de hojas (13.67).

Tabla N° 13: Valores promedios de altura de inserción de la mazorca (cm) y número de hojas en los factores individuales.

FACTORES	Altura de inserción de la mazorca (cm)	Número de hojas
	N.S	N.S
Tiempo		
1 Hora	141.44	12.97
3 Horas	142.11	13.00
Frecuencias	N.S	N.S
Diaria	147.67	13.00
Cada/ 3 días	135.89	12.97
Dosis	N.S	N.S
50 Kg ha ⁻¹	142.83	13.18
100 Kg ha ⁻¹	146.00	13.10
150 Kg ha ⁻¹	136.50	12.67

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N° 14: Valores promedios de altura de inserción de la mazorca (cm) y número de hojas en las interacciones de primer orden.

INTERACCIONES	Altura de inserción de la mazorca (cm)	Número de hojas
	N.S	N.S
Tiempo x Frecuencia		
T1 x F1	149.11	117.20
T1 x F2	133.78	116.20
T2 x F1	146.22	116.80
T2 x F2	130.00	117.20
Tiempo x Dosis N	N.S	**
T1 x D1	144.00	12.93
T1 x D2	145.00	13.27
T1 x D3	135.33	12.70
T2 x D1	141.67	13.43
T2 x D2	147.00	12.93
T2 x D3	137.67	12.63
Frecuencia x Dosis N	**	**
F1 x D1	151.67	13.07
F1 x D2	149.67	13.07
F1 x D3	141.67	12.87
F2 x D1	134.00	13.30
F2 x D2	142.33	12.13
F2 x D3	131.33	12.47

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N° 15: Promedios de altura de inserción de la mazorca (cm) y número de hojas en las interacciones de segundo orden.

TRATAMIENTOS	Altura de inserción de la mazorca (cm)	Número de hojas
	N.S	**
Tiempo x Frecuencia X Dosis		
T1 x F1 x D1	158.00	12.60
T1 x F1 x D2	148.67	13.67
T1 x F1 x D3	140.67	12.80
T1 x F2 x D1	130.00	13.27
T1 x F2 x D2	141.33	12.87
T1 x F2 x D3	130.00	12.60
T2 x F1 x D1	145.33	13.53
T1 x F1 x D2	150.67	12.47
T2 x F1 x D3	142.67	12.93
T2 x F2 x D1	138.00	13.33
T2 x F2 x D2	143.33	13.40
T2 x F2 x D3	132.67	12.33

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

4.3.9 Longitud de la mazorca (cm)

En (Tabla N° 16, 17 y 18), se presentan los valores correspondientes a esta variable. El análisis de varianza realizado para esta variable, no encontró diferencias significativas para los factores individuales, ni para las interacciones de primer y segundo orden. No obstante, en los factores individuales se observan diferencias numéricas, en el factor Tiempo de riego, que presenta la mayor longitud de mazorca (18.22 cm) es tres horas de riego. Mientras que el valor promedio más alto en frecuencias (18.22) fue

frecuencia diaria. En dosis de nitrógeno el valor promedio más alto (18.36 cm) se observa con una dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹. En las interacciones de tiempo por frecuencia, los mayores valores promedios de longitud de mazorca (18.44cm) se presenta en la combinación con un tiempo de tres horas de riego y una frecuencia de tres días. Para la interacción Tiempo por dosis nitrogenada, la combinación que presenta la mayor longitud de mazorca (18.50) fue interacciona tres horas de riego con la dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹. En la interacción frecuencia por dosis, la combinación que presenta el mayor valor de longitud de mazorca (18.42) fue frecuencia diaria y una dosis de 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, siendo las combinación tiempo de riego tres horas con una frecuencia diaria con una dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹ y tiempo de riego tres horas con una frecuencia tres días con una dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹ las que presentan los mayores valores promedios de longitud de mazorca (18.67).

4.3.10 Diámetro de mazorca (cm)

En (Tabla N° 16, 17 y 18), se presentan los valores correspondientes a esta variable. El análisis de varianza realizado para esta variable, no encontró diferencias significativas para los factores individuales, ni para las interacciones de primer y segundo orden. Sin embargo, en los factores individuales se observan diferencias numéricas, en el factor Tiempo de riego, que presenta el mayor valor de diámetro de mazorca (4.20) es tres horas de riego.

Mientras que el valor promedio más alto en frecuencias (4.18) fue frecuencia diaria. En dosis de nitrógeno el valor promedio más alto (4.13) se observa con una dosis de nitrógeno de 100 kg ha⁻¹. En las interacciones de tiempo por frecuencia, los mayores valores promedios de diámetro de mazorca (4.24) se presenta en la combinación con un tiempo de tres horas de riego y una frecuencia de diaria. Para la interacción Tiempo por dosis nitrogenada, la combinación que presenta el mayor diámetro de mazorca (4.24) fue interacciona tres horas de riego con la dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹. En la interacción frecuencia por dosis, la combinación que presenta el mayor valor de diámetro de mazorca (4.32) fue frecuencia diaria y una dosis de 150 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, siendo las combinación tiempo de riego tres horas con una frecuencia tres días con una dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹ y tiempo de riego tres horas con una frecuencia tres días con una dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹ las que presenta los mayores valores promedios de diámetro de mazorca (4.35).

4.3.11 Rendimiento por parcela (Kg parcela⁻¹)

En (Tabla N° 16, 17 y 18), se presentan los valores correspondientes a esta variable. El análisis de varianza efectuado para esta variable, no presentó diferencias estadísticas significativas para los factores individuales, ni para las interacciones de primer y segundo orden. No obstante, en los factores individuales e interacciones de primer y segundo orden se observan diferencias

numéricas, en el factor Tiempo de riego, que presenta el mayor rendimiento promedio por parcela (5.13) es de una hora de riego. Mientras que el rendimiento promedio más alto en frecuencias (5.24) fue frecuencia diaria. En dosis de nitrógeno el valor promedio de rendimiento por parcela más alto (5.12) fue la dosis de nitrógeno de 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de tiempo por frecuencia, los mayores rendimientos promedios por parcela (5.47) se presenta en la combinación con un tiempo de una hora de riego y frecuencia de diaria. Para la interacción Tiempo por dosis nitrogenada, la combinación que presenta el mayor valor rendimiento por parcela (5.45) fue interacción una hora de riego con la dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹. En la combinación frecuencia por dosis, la interacción que presenta el promedio de rendimiento más alto (5.50) fue frecuencia diaria y una dosis de 150 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, combinación tiempo de riego una hora con una frecuencia diaria y con una dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹ la que presenta los mayores valores promedios de rendimiento por parcela (6.02).

4.3.12 Rendimiento por hectárea (Kg ha⁻¹)

En (Tabla 16, 17 y 18), se muestran presentan los valores correspondientes a esta variable. El análisis de varianza (ADEVA) señala que hubo diferencias estadísticas significativas para los

factores individuales, ni para las interacciones de primer y segundo orden. Sin embargo, se observa en los factores individuales e interacciones de primer y segundo orden diferencias numéricas, en Tiempo de riego, el tratamiento que presenta el mayor rendimiento promedio por hectárea (6036.23) es de una hora de riego. Mientras que el rendimiento promedio por hectárea más alto en frecuencias (6152.79) fue la frecuencia diaria. Con respecto al factor individual dosis de nitrógeno, el valor promedio de rendimiento por hectárea mayor (6006.86) fue dosis de nitrógeno 50 kg ha⁻¹. En las interacciones de tiempo por frecuencia, los mayores rendimientos promedios por hectárea (6414.77) se presenta en la combinación con un tiempo de una hora de riego y frecuencia de diaria. Para la interacción, tiempo por dosis nitrogenada, la combinación que presenta el mayor valor rendimiento por hectárea (6388.48) fue interacción de una hora de riego con la dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹. En la combinación frecuencia por dosis, la interacción que presenta el promedio de rendimiento por hectárea mayor (6447.66) fue frecuencia diaria y una dosis de 100 kg ha⁻¹. En las interacciones de segundo orden, Tiempo por frecuencia por dosis de nitrógeno, combinación tiempo de riego una hora con una frecuencia diaria y con una dosis de nitrógeno de 150 kg ha⁻¹ la que presenta los mayores valores promedios de rendimiento por hectárea (7049.11).

Tabla N° 16: Valores promedios de longitud de la mazorca (cm), diámetro de la mazorca (cm), rendimiento Kg parcela⁻¹ y rendimiento Kg ha⁻¹ en los factores individuales.

FACTORES	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Rendimiento kg parcela⁻¹	Rendimiento kg ha⁻¹
	N.S	N.S	N.S	N.S
Tiempo				
1 Hora	18.21	4.01	5.13	6036.23
3 Horas	18.22	4.20	5.04	5887.64
Frecuencias	N.S	N.S	N.S	N.S
Diaria	18.21	4.18	5.24	6152.79
Cada/ 3 días	18.22	4.03	4.93	5771.08
Dosis	N.S	N.S	N.S	N.S
50 Kg ha ⁻¹	18.26	4.10	5.12	6006.86
100 Kg ha ⁻¹	18.36	4.13	5.05	5926.17
150 Kg ha ⁻¹	18.06	4.08	5.08	5952.78

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N° 17: Valores promedios de longitud de la mazorca (cm), diámetro de la mazorca (cm), rendimiento Kg parcela⁻¹ y rendimiento Kg ha⁻¹ en las interacciones de primer orden.

INTERACCIONES	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Rendimiento kg parcela⁻¹	Rendimiento kg ha⁻¹
Tiempo x Frecuencia	N.S	N.S	N.S	N.S
T1 x F1	18.41	4.11	5.47	6414.77
T1 x F2	18.00	3.91	4.79	5657.69
T2 x F1	18.00	4.24	5.02	5890.81
T2 x F2	18.44	4.15	5.06	5884.47
Tiempo x Dosis N	N.S	N.S	N.S	N.S
T1 x D1	17.95	3.97	4.85	5708.11
T1 x D2	18.38	4.13	5.09	6012.11
T1 x D3	18.28	3.93	5.45	6388.48

T2 x D1	18.50	4.24	5.39	6305.62
T2 x D2	18.33	4.12	5.02	5840.23
T2 x D3	17.83	4.23	4.71	5517.08
Frecuencia x Dosis N	N.S	N.S	N.S	N.S
F1 x D1	18.42	4.02	4.96	5828.87
F1 x D2	18.38	4.20	5.27	6181.84
F1 x D3	17.82	4.32	5.50	6447.66
F2 x D1	18.03	4.20	5.28	6184.85
F2 x D2	18.33	4.05	4.83	5670.50
F2 x D3	18.30	3.85	4.67	5457.89

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N°18: Valores promedios de longitud de la mazorca (cm), diámetro de la mazorca (cm), rendimiento Kg parcela⁻¹ y rendimiento Kg ha⁻¹ en las interacciones de segundo orden.

TRATAMIENTOS	Longitud de mazorca (cm)	Diámetro de mazorca (cm)	Rendimiento kg parcela ⁻¹	Rendimiento kg ha ⁻¹
	N.S	N.S	N.S	N.S
Tiempo x Frecuencia X Dosis				
T1 x F1 x D1	18.17	3.90	4.87	5740.42
T1 x F1 x D2	18.43	4.27	5.52	6454.79
T1 x F1 x D3	18.63	4.17	6.02	7049.11
T1 x F2 x D1	17.73	4.03	4.82	5675.79
T1 x F2 x D2	18.33	4.00	4.66	5569.43
T1 x F2 x D3	17.93	3.70	4.88	5727.85
T2 x F1 x D1	18.67	4.13	5.04	5917.33
T1 x F1 x D2	18.33	4.13	5.03	5908.89
T2 x F1 x D3	17.00	4.47	4.98	5846.22
T2 x F2 x D1	18.33	4.35	5.74	6693.91
T2 x F2 x D2	18.33	4.10	5.00	5771.56
T2 x F2 x D3	18.67	4.00	4.45	5187.93

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

4.3.13 Análisis económico

El análisis económico (Tabla N° 19, 20 y 21) presenta como mejor alternativa económica para pequeños y medianos productores la combinación de tiempo de riego de tres horas, con una frecuencia de riego diaria y la dosis nitrogenada de 150kg ha⁻¹ (T2F1D3), que con un Beneficio Neto de USD 1387.50 y un costo Variable de USD 359.67 obtuvo una Tasa de Retorno Marginal 77.21 % que fue determinada por los mayores beneficios netos logrados con este tratamiento que compensa el valor de inversión.

Tabla N° 19: Presupuesto parcial del estudio "Efecto de frecuencias, tiempo y dosis nitrogenadas en la producción y calidad del maíz (*Zea mays* L.) bajo riego por goteo en el Valle de Joa, cantón Jipijapa, Provincia de Manabí". 2015.

VARIABLES	T1F1D1	T1F1D2	T1F1D3	T1F2D1	T1F2D2	T1F2D3	T2F1D1	T2F1D2	T2F1D3	T2F2D1	T2F2D2	T2F2D3
Rend. Promedio Kg Ha ⁻¹	5740	6455	7049	5676	5569	5728	5917	5909	5846	6694	5772	5188
Rend. Ajustado 10%	5166	5810	6344	5108	5012	5155	5325	5318	5264	6025	5195	4669
Beneficio bruto (USD)	1498	1685	1840	1481	1453	1495	1544	1542	1527	1747	1507	1354
COSTOS VARIAB.												
Costos agua (m ³ Ha ⁻¹)	225.00	225.00	225.00	75.00	75.00	75.00	675.00	675.00	675.00	225.00	225.00	225.00
Jornales (Fert. USD Ha ⁻¹)	65.10	130.00	195.00	65.10	130.00	195.00	65.10	130.00	195.00	65.10	130.00	195.00
Fertilizantes (USD Ha ⁻¹)	69.57	139.00	208.50	69.57	139.00	208.50	69.57	139.00	208.50	69.57	139.00	208.50
Total Costos variables USD Ha ⁻¹	359.67	494.00	628.50	209.47	344.00	478.50	809.67	944.00	1078.50	359.67	494.00	628.50
Total Beneficios netos USD Ha ⁻¹	1129.33	1191	1211.50	1271.53	1109	1016	734.33	598	448.50	1387.30	1013	725.50

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N°20: Análisis de Dominancia

TRATAMIENTOS	BENEFICIO NETO	COSTOS VARIABLES
	USD ha ⁻¹	USD ha ⁻¹
T2F1D3	1387.50	359.67*
T1F2D1	1271.53	209.47*
T1F1D3	1211.50	628.50
T1F1D2	1191.00	494.00
T1F1D1	1129.33	359.67
T1F2D2	1109.00	344.00
T1F2D3	1016.50	478.50
F2F2D2	1013.00	494.00
T2F1D1	734.33	809.67
T2F2D3	725.50	628.50
T2F1D2	548.00	944.00
T2F1D3	448.50	1078.50

* Tratamientos no dominados (dominantes)

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N°21: Análisis marginal de los tratamientos no dominados

TRATAMIENTOS	B.N	C.V	I.M.B.N	I.M.C.V	T.R.M
	USD ha ⁻¹	USD ha ⁻¹	USD ha ⁻¹	USD ha ⁻¹	%
T2F1D3	1387.50	359.67	115.97	150.20	77.21
T1F2D1	1271.53	209.47	_____	_____	_____

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

B.N = Beneficio neta

C.V = Costos variables

I.M.B.N = Incrementos marginal de beneficio neto

I.M.C.V = Incremento marginal de costos variables

T.R.M = Tasa de retorno marginal

DISCUSION

De acuerdo a los resultados se establecen la siguiente discusión en función de los factores y variables estudiadas.

De acuerdo a la variable lámina de riego, se pudo determinar, considerando la eficiencia del sistema al 90% que la lámina requerida 7.71mm para lograr un rendimiento satisfactorio en el cultivo de maíz, sin embargo las lámina de riego, considerando la sumatoria de los horizontes A y B lámina neta de 13.5mm y una lámina bruta de 15mm. Requerimiento que es muy inferior al requerimiento mínimo para el cultivo de maíz que es de 350mm. Lo que demuestra que con un sistema localizado de riego, se minimiza el gasto de agua, logrando rendimientos muy superiores a los rendimiento promedios alcanzados bajo condiciones agroclimáticas similares.

Con respecto a la influencia de los factores (tiempo, frecuencia de riego y fertilización nitrogenadas) tanto de manera individual como combinada sobre las variables agronómicas estudiadas (altura de planta, diámetro del tallo, diámetro y longitud de mazorcas y, rendimiento kg ha^{-1}), salvo número de hojas, no fueron positivamente beneficiosa, en los caracteres agronómicos evaluados. Posiblemente, estos resultados tengan que ver con las características propias del material genético utilizado en el estudio, Híbrido simple INIAP H-601, cuya pureza genética garantiza la fidelidad de sus características agronómicas y que las mismas no pueden alteradas por

ciertos factores externos. Resultados, que son muy similares a los encontrados por (Poch, 2012) en su estudio riego y fertilización nitrogenada en maíz (*Zea mays* L.): efecto sobre el rendimiento del cultivo y la contaminación subterránea por nitratos. En donde las variables agronómicas no fueron alteradas por los factores de estudio.

Por otra parte, el factor tiempo en estudio de manera individual no mostro efectos significativos positivo sobre el rendimiento, sin embargo se pudo determinar que los mayores promedios se encuentra con los menores tiempos de riego, resultados halagadores, ya que en condiciones de limitados recursos hídrico, como en la zona donde se llevó a cabo el estudio, es factible mediante la proporción de riegos con una hora de duración se pueden lograr rendimientos superiores a los logrados en secano, que no supera un rendimiento promedio de 3500kg ha⁻¹ según la FAO, 2013. Donde hace referencia sobre datos de produccion de varios cultivos en el Ecuador.

En cuanto al factor frecuencia tanto solo como combinado, no presentó diferencias estadísticas significativas, no obstante, los mejores promedios se logran cuando la frecuencia de riego es diaria. Posiblemente, estos resultados, se deban a que la planta de maíz es de rápido crecimiento, y requiere una permanente dotación de agua para cumplir satisfactoriamente con su proceso fisiológico; lo cual tambien hace referencia Alonso, 2015. En su estudio sobre las nesidades de agua del cultivo del maíz.

Mientras tanto en el factor fertilización, tampoco se encontró diferencias estadísticas positivas, para ninguna dosis o interacciones. No obstante, los

mejores promedios fueron observados con la menor dosis como factor individual y cuando se interaccionan con los otros factores de estudio, los requerimientos nutricionales se incrementan. Lo que indica que a pesar de no haberse encontrado una significancia estadística, con la adición de nitrógeno en dosis desde 50 a 150 kg ha⁻¹, los rendimientos pueden ser muy superiores a los promedios nacionales de maíz. Ya que la planta de maíz responde satisfactoriamente, sus resultados son muy similares a los logrados por Pilay 2014. En donde con dosis similares tuvo una respuesta positiva.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

La lámina de riego encontrada fue de 15mm que es inferior a la requerida por el cultivo de maíz de 350mm.

Las variables agronómicas y de rendimiento no tuvieron influencias por los factores en estudio (tiempo, frecuencia y dosis nitrogenada).

En el factor dosis de fertilización su comportamiento fue diferente individualmente, la mejor respuesta se obtuvo con las dosis más baja (50 Kg ha⁻¹), mientras que los mayores promedios se logran cuando se combinan con los otros factores en estudio.

El mejor tratamiento en cuanto a rendimiento fue T1F1D3 que corresponde a una hora de riego diaria con una dosis de 150 Kg ha⁻¹ que alcanzo un rendimiento de 7049 kg ha⁻¹.

El análisis económico, permitió establecer como el mejor tratamiento a T2F1D3 que corresponde a 3 horas de riego diaria con una dosis de fertilización de 150 Kg ha⁻¹, que presentó una Tasa de Retorno Marginal de 77.21 %

RECOMENDACIONES

Realizar nuevos trabajos de investigación relacionados con nuevas frecuencia del riego por goteo y dosis mayor de fertilización química nitrogenada.

Por ahora recomendar bajo las condiciones agroclimática y bajo el sistema de riego por goteo, un tiempo de una hora con una frecuencia diaria y una dosis de nitrógeno de 150 kg ha^{-1} para lograr rendimientos superiores a los promedios nacionales.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Alonso, A. (2015). Necesidades de agua del cultivo de maíz. México.

Arbat, G., Domingo Olive, F., Rosello A., Puig-Bargues, J. y Ramírez de Cartagena, F., (2009). Distribución del agua en el suelo en riego por surcos alternos y no alternos en el cultivo del maíz. En: *Estudios en la Zona no Saturada del Suelo. Vol IX*, Barcelona.

Bar-Yosef, B. (1992). "Fertilization under drip irrigation". En *Fluid Fertilizer. Science and Technology*. Ed.: D. A. Palgrave. Marcel Dekker, Nueva York, pp. 285-329.

Burgeño, H. (1994), La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico. Culiacán, México. 67p.

Bravo M. C., Asesores: Dr. José A. Montemayor Trejo, M. C. Jesús Olague Ramírez. (2005). Tesis: Efecto de tres separaciones de cinta de riego por goteo subsuperficial en maíz forrajero. 1er. Lugar Maestría en Ciencias en Irrigación. Instituto Tecnológico Torreón, México. Pág. 36.

Caldwell DS, Spurgeon WE, Manges HL. (1994). Frequency of irrigation for subsurface drip- irrigated corn. *Am Soc Agric Engr*; 37(4):1099-1103.

Corominas, J. 2010. Agua y energía en el riego, en la época de la sostenibilidad. *Ingeniería del agua*, 17(3), 219-233. doi:<http://dx.doi.org/10.4995/ia.2010.2977>

Court, M. N., R. C. Stephen y J. S. Waid. (1962). "Nitrite toxicity arising from the use of urea fertilizer". *Nature*, 194:1263-1265.

De la Fuente, I., Calleja, F. (2013). Instalación de sistemas de riego en parque y jardines. Imprenta y editores. 1 era edición. 248p.

Díaz V., T., Pérez D., N. W., Páez O., F., López G., A. & Partidas R., L. (2007). Evaluación del crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) en función de dos técnicas de riego y diferentes niveles de nitrógeno. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 16(4) 84-87. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93216418>

Díaz V., T., Pérez D., N. W., López G., A., Partidas R., L. & Suárez, Y. E. (2008). Manejo sostenible del agua en zonas semiáridas: evaluación de dos técnicas de riego y fertilización nitrogenada en Sinaloa, México. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(1) 53-56. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93217111>

FAO. 2013. Datos de producción de varios cultivos en el Ecuador. 5p

García, M. (2002). Guía Técnica del cultivo de maracuyá. Centro de Tecnologías Agropecuaria y Forestal (CENTA) El Salvador. S.A. 33 p

Guevara A., Bárcenas G., Salazar F., González E., y Suzan H. (2005). Alta densidad de siembra en la producción de maíz con irrigación por goteo. *Subsuperficial Revista Agrociencia* 39:431-439. Recuperado de

Hagin, J., M. Sneh y A. Lowengart-Aycicegi. (2002). "Fertigation – Fertilization through irrigation". IPI Research Topics N° 23. Ed.: A. E. Johnston. International Potash Institute, Basilea (Suiza).

Hargreaves G. Merkle (2001). Fundamentos del riego. Un Texto de Tecnología Aplicada para la Enseñanza del Riego a Nivel Intermedio. Copyright. Wáter Resource Publications.

Huck, M.G. y D. Hillel. (1983). "A model of root growth and water uptake accounting for photosynthesis, respiration, transpiration and soil hydraulics". En *Advances in Irrigation*, Vol. 2. Ed.: D. Hillel. Academic Press Nueva York, pp. 273-333.

Huck, M. G. (1970). "Variation in tap root elongation rate as influenced by composition of the soil air". *Agron. J.*, 62:815-818.

Kafkafi, U., Tarchitzky J. (2012). Fertirrigación: Una herramienta para una eficiente fertilización y manejo de agua. Suiza.

Lafitte, HR. (1993). Identificación de problemas de la producción de maíz. Guía de campo. México, D.F.: CINMYT.

Medrano H., Bota J., Josep Cifre J., Flexas J., Ribas M., y Gulías J.(2008). Eficiencia en el uso del agua por las plantas Revista Investigaciones geográficas. n° 43- 63-84 ISSN: 0213-4691. Recuperado de

Montemayor J, Trejo A, Gómez Monsivaisb AO, Olague Ramírez J, Zermeno González A, Ruiz Cerda E, Fortis Hernández M, Salazar Sosa E, Aldaco Nuncio R. (2006). Efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo en la eficiencia de uso de agua y en el rendimiento de maíz forrajero. *Maíz Tec. Pecu. México* 44(3):359-364.

Montemayor JA, Olague J, Rodríguez JC, Fortis M. (2003). Consumo de agua en el maíz forrajero bajo sistema de riego sub-superficial [resumen]. VII Simposio Internacional y II Congreso nacional de agricultura sostenible. Monterrey N.L. 2003:50.

Olague Ramírez, J., Montemayor Trejo, J. A., Bravo Sánchez, S. R., Fortis Hernández, M., Aldaco Nuncio, R. A. & Ruiz Cerda, E. (2006). Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial. *Técnica Pecuaria en México*, 44(3) 351-357. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61344305>

Pedrol H., Castellarín j., Ferraguti F., y Rosso O. (2008) Respuesta a la fertilización nitrogenada y eficiencia en el uso del agua en el cultivo de maíz según nivel hídrico. Recuperado de www.ipni.net/lasc

Centro de estudios y prevención y desastres (PREDES) (2014). Manual de operación de un sistema de riego por goteo. Perú. 26 p

Rivera, M., Estrada, J., Orona I., y Martínez, J. (2002). Forage Corn (*Zea Mays* L.) Production Under Narrow Row And Subsurface Drip Irrigation Conditions. Cenid-Raspa, Inifap, Km. 6.5 Margen Derecha Canal Sacramento, Cp-35140, Gómez Palacio, Dgo. México.

Sergio Zamora Salgado, Liborio Fenech Larios, Francisco H. Ruiz Espinoza, Wilfredo Pérez Duarte, Aldo López Gómez. (2007). Eficiencia en el uso del agua en maíz (*Zea Mays* L.) con riego por goteo, en el Valle de la Paz, Baja California Sur, México, Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 16, núm. 3, pp. 33-36, Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez Cuba.

Salazar E., Trejo E., Vázquez C., López Jd. (2008) Producción de maíz bajo riego por cintilla, con aplicación de estiércol bovino. Revista botánica Experimental, 76:176-187.

Soledispa, C. (2003) Evaluación de poblaciones y sistemas de siembra de con híbridos promisorios de maíz (*Zea mays* L) en laderas de Manabí. Tesis de grado. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Facultad de Ingeniería Agropecuaria. Manta, Ecuador. 102p.

Sne, M. (2006). *Micro irrigation in arid and semi-arid regions. Guidelines for planning and design*. Ed.: S. A. Kulkarni. ICID-CIID. International Commission on Irrigation and Drainage, Nueva Delhi (India).

Vázquez G., Cárdenas R., y Lobit P. (2008) Efecto del nitrógeno sobre el crecimiento y rendimiento de fresa regada por goteo y gravedad. Revista Agricultura Técnica de México, 34(2). Recuperado <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0568-25147200800020001>

Vidal, I. (2007). Fertirrigación. Cultivos frutales. Universidad de concepción. Facultad de Agronomía. Departamento de suelos y Recursos naturales. Primera edición. Concepción, Chile. 117p.

APÉNDICE

VOLUMEN DE AGUA APLICADO EN CAMPO

Área Total = 768m²

Cultivo= maíz

Marco de plantación = 0.20m x 0.80m = 0.16 m²

Sistema de riego = Localizado

Población = 4800 plantas

		Parcela grande		Parcela grande	
		Tiempo de riego T1= (1 hora)		Tiempo de riego T2= (3 horas)	
		Parcela mediana	Parcela mediana	Parcela mediana	Parcela mediana
		Frecuencias	Frecuencias	Frecuencias	Frecuencias
		F2= (3 días)	F1= (diario)	F1= (diario)	F2= (3 días)
I Rep	36 m ³	108 m ³	324 m ³	108 m ³	
16m II Rep	VS RENDIMIENTOS				
III Rep	49.21kg/parc.	43.08kg/parc	45.15kg/parc	45.57kg/parc	4.0m
	4m				
	48 m				

Tabla N°56 de valores para cálculo del coeficiente e “Kp” según la FAO



Tanque evaporimetro colocado en una superficie de forraje verde de poca altura

Distancia a barlovento a la cual cambia la cobertura (m)	Velocidad del viento		Humedad relativa media		
	Km/día	m/s	< 40	40 - 70	> 70
1	< 175	< 2	0.55	0.65	0.75
	175 - 425	2 - 5	0.50	0.60	0.65
	425 - 700	5 - 8	0.45	0.50	0.60
	> 700	> 8	0.40	0.45	0.50
				K (tan)	
10	< 175	< 2	0.65	0.75	0.85
	175 - 425	2 - 5	0.60	0.70	0.75
	425 - 700	5 - 8	0.55	0.60	0.65
	> 700	> 8	0.45	0.55	0.60
				K (tan)	
100	< 175	< 2	0.70	0.80	0.85
	175 - 425	2 - 5	0.65	0.75	0.80
	425 - 700	5 - 8	0.60	0.65	0.70
	> 700	> 8	0.50	0.60	0.65
				K (tan)	
1000	< 175	< 2	0.75	0.85	0.85
	175 - 425	2 - 5	0.70	0.80	0.80
	425 - 700	5 - 8	0.65	0.70	0.75
	> 700	> 8	0.55	0.60	0.65
				K (tan)	

Fuente: <http://image.slidesharecdn.com/necesidadesdeaguadeloscultivos>

Diagrama de Curvas reales de Kc a las fases de desarrollo del cultivo del maíz



Fuente: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/30157/CORE/AGROCLIMATOLOGIA>

Datos meteorológicos según las fuentes de la estación Cantagallo.

Meses	Evaporación (mm/día)	Humedad Relativa	Viento m/s	Precipitación (mm)
Junio	4.96	81	2.9	0
Julio	4.42	84	3.0	0
Agosto	3.51	85	3.6	0
Noviembre	4.16	82	3.8	0

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

DATOS METEREOLÓGICOS DE LA MEDIA DE LA ESTACION CANTAGALLO – PARROQUIA PUERTO CAYO PERTENECIENTE A LA UNESUM

PRECIPITACIÓN CANTAGALLO 2015	
MES	PRECIPITACIÓN (mm)
ENERO	9,6
FEBRERO	24,2
MARZO	72,5
ABRIL	48,3
MAYO	15,1
JUNIO	9,7
JULIO	14,3
AGOSTO	4,2
SEPTIEMBRE	6,3
OCTUBRE	
NOVIEMBRE	
DICIEMBRE	
MEDIA	22,7
TOTAL	204,2

FUENTE: UNESUM

EVAPORACIÓN CANTAGALLO 2015	
MES	EVAPORACIÓN (mm)
ENERO	178,4
FEBRERO	185,1
MARZO	264,3
ABRIL	217,9
MAYO	176,5
JUNIO	198,2
JULIO	176,7
AGOSTO	140,4
SEPTIEMBRE	155,2
OCTUBRE	
NOVIEMBRE	
DICIEMBRE	
MEDIA	188,1
TOTAL	1692,7

FUENTE: UNESUM

TEMPERATURA EXTREMAS CANTAGALLO 2015	
MES	TEMPERATURA MEDIA (°C)
ENERO	25,4
FEBRERO	26,7
MARZO	26,9
ABRIL	26,5
MAYO	26,4
JUNIO	25,2
JULIO	24,7
AGOSTO	23,6
SEPTIEMBRE	23,7
OCTUBRE	
NOVIEMBRE	
DICIEMBRE	
MEDIA	25,5
TOTAL	229,1

FUENTE: UNESUM

VIENTO CANTAGALLO 2015	
MES	VELOCIDAD MEDIA (m/s)
ENERO	3,4
FEBRERO	3,5
MARZO	3,2
ABRIL	2,3
MAYO	2,7
JUNIO	2,9
JULIO	3,0
AGOSTO	3,6
SEPTIEMBRE	3,8
OCTUBRE	
NOVIEMBRE	
DICIEMBRE	
MEDIA	3,2
TOTAL	28,4

FUENTE: UNESUM

HUMEDAD CANTAGALLO 2015	
MES	HUMEDAD RELATIVA (%)
ENERO	81
FEBRERO	80
MARZO	78
ABRIL	81
MAYO	82
JUNIO	81
JULIO	84
AGOSTO	85
SEPTIEMBRE	82
OCTUBRE	
NOVIEMBRE	
DICIEMBRE	
MEDIA	82
TOTAL	734

FUENTE: UNESUM

NUBOSIDAD CANTAGALLO 2015	
MES	OCTAS
ENERO	4
FEBRERO	4
MARZO	3
ABRIL	3
MAYO	4
JUNIO	4
JULIO	5
AGOSTO	5
SEPTIEMBRE	5
OCTUBRE	
NOVIEMBRE	
DICIEMBRE	
MEDIA	4,1
TOTAL	37

FUENTE: UNESUM

VALORES DE LA TOMA DE DATOS EN CAMPO

PARCELA	SIGLAS	TRATAMIENTOS	ALTURA DE PLANTA			GROSOR DEL TALLO			ALTA RA DE INSE RCIO N MAZ ORC A	# DE HOJAS	LONGI TUD MAZO RCA	DIAM ET. MAZ ORC A	PESO CAM PO MAZ ORC A	# TO TAL MAZO RCA	# MAZO RC AX PLANTA	PES O 3 MAZO RC A	PESO EN GRAN O	% DE HUME D	REND IM. Kg/pa rcela	RENDI M. KG/ HA
			30 DIAS (cm)	60 DIAS (cm)	90 DIAS (cm)	30 DIAS (cm)	60 DIAS (cm)	90 DIAS (cm)	90 DIAS (Cm)											
1	T1F2D1	4	54	202	236	1,89	3,16	2,00	126	13,40	17,30	3,30	3,03	38	1,00	0,48	0,380	21,70	2,41	2859,96
2	T1F2D3	6	60	217	228	1,91	3,00	2,06	128	12,00	17,20	3,20	5,60	47	1,24	0,73	0,382	20,60	4,04	4852,16
3	T1F2D2	5	49	241	256	1,74	3,11	2,90	130	11,80	16,60	4,00	4,50	38	1,00	0,55	0,412	18,60	3,40	4189,04
4	T1F1D3	3	48	220	246	1,88	3,48	2,80	142	12,40	18,50	3,80	6,80	49	1,29	0,68	0,477	20,60	4,76	5718,98
5	T1F1D1	1	52	230	236	1,55	3,90	1,80	180	12,60	18,50	3,60	5,50	38	1,00	0,82	0,589	20,20	3,96	4783,77
6	T1F1D2	2	55	209	244	1,88	2,70	2,20	140	13,40	17,40	4,40	7,40	39	1,03	0,68	0,474	22,20	5,14	6059,83
7	T2F1D1	7	51	229	247	1,99	3,20	2,10	144	13,00	16,90	3,70	5,70	43	1,13	0,77	0,470	21,60	3,47	4115,30
8	T2F1D2	8	53	227	242	1,91	3,50	1,50	152	11,80	16,70	3,70	4,25	40	1,05	0,64	0,449	21,80	3,00	3550,39
9	T2F1D3	9	54	231	244	2,13	3,30	2,20	142	12,40	17,20	4,00	6,20	38	1,00	0,66	0,467	23,40	4,39	5094,85
10	T2F2D3	12	52	232	236	1,77	2,90	2,30	136	11,80	16,50	4,00	7,60	39	1,03	0,86	0,512	24,90	4,51	5123,09
11	T2F2D2	11	56	246	258	2,05	3,20	2,40	136	12,40	18,20	4,00	7,40	49	1,29	0,68	0,521	23,50	5,65	6549,40
12	T2F2D1	10	58	244	250	2,12	3,24	2,40	136	12,80	18,00	4,40	7,80	43	1,13	0,80	0,502	21,90	4,92	5820,67
13	T1F2D1	4	55	247	244	1,56	3,60	2,30	132	12,40	18,10	4,60	8,50	38	1,00	0,80	0,563	23,90	6,02	6931,64
14	T1F2D3	6	49	265	262	1,90	2,60	2,10	126	12,60	18,40	4,00	7,80	43	1,13	0,80	0,644	24,00	6,31	7266,38
15	T1F2D2	5	60	242	250	2,10	3,10	2,10	150	13,00	17,90	3,80	8,80	51	1,34	0,82	0,529	22,70	5,69	6658,97
16	T1F1D3	3	53	272	244	1,92	2,90	2,26	140	12,80	18,80	4,60	7,60	38	1,00	0,68	0,626	22,90	6,98	8145,41
17	T1F1D1	1	49	267	274	1,88	3,00	2,70	154	12,60	17,90	3,90	8,60	43	1,13	0,86	0,543	24,00	5,41	6221,86
18	T1F1D2	2	50	276	277	1,72	2,60	2,70	152	13,40	18,70	3,80	8,25	43	1,13	0,91	0,595	21,20	5,40	6442,12
19	T2F1D1	7	70	242	270	1,98	3,10	2,50	142	13,00	17,20	4,60	7,50	46	1,21	0,80	0,547	22,00	5,16	6090,70

20	T2F1D2	8	62	238	246	1,76	2,90	2,50	152	12,60	19,00	3,90	8,20	38	1,00	0,82	0,533	19,50	5,34	6510,68
21	T2F1D3	9	61	262	253	1,66	2,60	1,90	148	13,20	16,40	4,80	6,90	41	1,08	0,68	0,430	19,90	4,35	5277,41
22	T2F2D3	12	59	276	254	1,55	3,20	2,40	152	12,00	17,50	4,00	6,25	39	1,03	0,80	0,448	21,00	3,52	4210,26
23	T2F2D2	11	63	250	246	1,98	2,90	2,10	152	13,80	18,20	3,80	5,75	38	1,00	0,80	0,354	21,30	2,56	3049,09
24	T2F2D1	10	65	236	248	1,99	2,90	2,30	134	13,00	17,00	4,20	6,80	49	1,29	0,45	0,352	20,80	5,27	6314,50
25	T1F2D1	4	53	252	244	2,23	2,80	2,30	132	14,00	17,80	4,20	8,10	49	1,29	0,66	0,491	20,80	6,03	7235,78
26	T1F2D3	6	49	262	246	1,79	3,00	2,40	136	13,20	18,80	3,90	7,00	42	1,11	0,80	0,488	22,10	4,29	5065,00
27	T1F2D2	5	52	250	254	1,65	3,70	2,20	144	13,80	19,60	4,20	7,40	42	1,11	0,80	0,526	20,90	4,89	5860,27
28	T1F1D3	3	53	236	256	2,36	3,60	2,50	140	13,20	18,60	4,10	8,75	39	1,03	0,91	0,655	23,70	6,30	7282,92
29	T1F1D1	1	56	267	260	1,89	3,80	2,50	140	12,60	18,10	4,20	8,70	44	1,16	0,91	0,549	21,90	5,25	6212,62
30	T1F1D2	2	61	278	266	1,67	3,10	2,30	154	14,20	19,20	4,60	9,20	45	1,18	0,91	0,594	24,60	6,01	6862,42
31	T2F1D1	7	60	278	256	1,54	3,20	2,30	150	14,60	19,00	4,10	8,70	38	1,00	0,91	0,679	23,30	6,50	7545,99
32	T2F1D2	8	60	271	258	1,78	3,80	2,40	148	13,00	18,70	4,80	9,40	45	1,18	0,91	0,652	24,90	6,74	7665,62
33	T2F1D3	9	53	280	264	1,96	3,40	2,20	138	13,20	18,20	4,60	8,90	45	1,18	0,91	0,632	23,50	6,19	7166,39
34	T2F2D3	12	49	270	266	1,87	3,00	1,70	110	13,20	19,40	4,00	7,50	38	1,00	0,82	0,580	22,60	5,32	6230,45
35	T2F2D2	11	43	256	252	1,98	3,30	2,20	142	14,00	18,80	4,50	10,10	45	1,18	0,91	0,610	24,80	6,78	7716,16
36	T2F2D1	10	56	242	266	1,74	3,10	1,90	144	14,20	17,30	4,40	10,25	48	1,26	0,80	0,546	25,40	7,04	7946,56

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

HOJA DE CÁLCULO DE LOS VALORES OBTENIDOS PARA RENDIMIENTO KG PRACELA⁻¹ Y RENDIMIENTO KG HA⁻¹

PESO EN GRANO	PESO 3 MQZORCA	INDICE DE DESGRANE	PESO TOTAL EN CAMPO	REND. KG/PARCELA	% humedad	FCH 14%	REND. KA/HA AL 14%
0.380	0.48	0.796	3.03	2.41	21.70	0.9105	2859.96
0.382	0.53	0.721	5.60	4.04	20.60	0.9233	4852.16
0.412	0.55	0.755	4.50	3.40	18.60	0.9465	4189.04
0.477	0.68	0.700	6.80	4.76	20.60	0.9233	5718.98
0.589	0.82	0.720	5.50	3.96	20.20	0.9279	4783.77
0.474	0.68	0.695	7.40	5.14	22.20	0.9047	6059.83
0.470	0.77	0.608	5.70	3.47	21.60	0.9116	4115.30
0.449	0.64	0.706	4.25	3.00	21.80	0.9093	3550.39
0.467	0.66	0.709	6.20	4.39	23.40	0.8907	5094.85
0.512	0.86	0.593	7.60	4.51	24.90	0.8733	5123.09
0.521	0.68	0.764	7.40	5.65	23.50	0.8895	6549.40
0.502	0.80	0.631	7.80	4.92	21.90	0.9081	5820.67
0.563	0.80	0.708	8.50	6.02	23.90	0.8849	6931.64
0.644	0.80	0.810	7.80	6.31	24.00	0.8837	7266.38
0.529	0.82	0.647	8.80	5.69	22.70	0.8988	6658.97
0.626	0.68	0.918	7.60	6.98	22.90	0.8965	8145.41
0.543	0.86	0.629	8.60	5.41	24.00	0.8837	6221.86
0.595	0.91	0.655	8.25	5.40	21.20	0.9163	6442.12
0.547	0.80	0.688	7.50	5.16	22.00	0.9070	6090.70
0.533	0.82	0.651	8.20	5.34	19.50	0.9360	6510.68
0.430	0.68	0.631	6.90	4.35	19.90	0.9314	5277.41
0.448	0.80	0.563	6.25	3.52	21.00	0.9186	4210.26
0.354	0.80	0.445	5.75	2.56	21.30	0.9151	3049.09
0.352	0.45	0.774	6.80	5.27	20.80	0.9209	6314.50
0.491	0.66	0.745	8.10	6.03	20.80	0.9209	7235.78
0.488	0.80	0.613	7.00	4.29	22.10	0.9058	5065.00
0.526	0.80	0.661	7.40	4.89	20.90	0.9198	5860.27
0.655	0.91	0.721	8.75	6.30	23.70	0.8872	7282.92
0.549	0.91	0.604	8.70	5.25	21.90	0.9081	6212.62
0.594	0.91	0.653	9.20	6.01	24.60	0.8767	6862.42
0.679	0.91	0.747	8.70	6.50	23.30	0.8919	7545.99
0.652	0.91	0.717	9.40	6.74	24.90	0.8733	7665.62
0.632	0.91	0.695	8.90	6.19	23.50	0.8895	7166.39
0.580	0.82	0.709	7.50	5.32	22.60	0.9000	6230.45
0.610	0.91	0.671	10.10	6.78	24.80	0.8744	7716.16
0.546	0.80	0.686	10.25	7.04	25.40	0.8674	7946.56

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

Tabla N° 1: Valores promedios de la variable de altura de planta a los 30 días (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	\bar{x}
			I	II	III		
T1	F1	D1	52.00	59.00	56.00	167.00	56.00
T1	F1	D2	55.00	50.00	61.00	166.00	55.00
T1	F1	D3	48.00	53.00	53.00	154.00	51.00
Σ			155.00	162.00	170.00	487.00	162.00
T1	F2	D1	54.00	55.00	53.00	162.00	54.00
T1	F2	D2	49.00	60.00	52.00	161.00	54.00
T1	F2	D3	60.00	49.00	49.00	158.00	53.00
Σ			163.00	164.00	154.00	481.00	160.00
T2	F1	D1	51.00	70.00	60.00	181.00	60.00
T2	F1	D2	53.00	62.00	60.00	175.00	58.00
T2	F1	D3	54.00	61.00	53.00	168.00	56.00
Σ			158.00	193.00	173.00	524.00	175.00
T2	F2	D1	58.00	65.00	56.00	179.00	60.00
T2	F2	D2	56.00	63.00	43.00	162.00	54.00
T2	F2	D3	52.00	59.00	49.00	160.00	53.00
Σ			166.00	187.00	148.00	501.00	167.00
$\Sigma\Sigma$			642.00	706.00	645.00	1993.00	664.00

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable de altura de planta a los 30 días (cm). Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	217.39	108.7	1.39 N.S		
Factor A	1	90.25	90.25	1.15 N.S	18.51	98.50
Error	2	156.50	78.25			
Factor B	1	23.36	23.36	0.65 N.S	7.71	21.2
AxB	1	8.03	8.03	0.22 N.S	7.71	21.2
Error	4	143.44	35.86			
Factor C	2	100.06	50.03	2.68 N.S	3.63	6.23
AxC	2	19.50	9.75	0.52 N.S	3.63	6.23
BxC	2	9.06	4.53	0.24 N.S	3.63	6.23
AxBxC	2	10.06	5.03	0.27 N.S	3.63	6.23
Error	16	298.67	18.67			
Total	35	1076.31				
C.V		7.80%				

Tabla N° 2: Valores promedios de la variable de altura de planta a los 60 días (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	\bar{x}
			I	II	III		
T1	F1	D1	230.00	267.00	267.00	764.00	255.00
T1	F1	D2	209.00	276.00	268.00	763.00	254.00
T1	F1	D3	220.00	272.00	266.00	728.00	243.00
Σ			659.00	815.00	781.00	2255.00	752.00
T1	F2	D1	202.00	247.00	256.00	701.00	234.00
T1	F2	D2	241.00	242.00	254.00	733.00	244.00
T1	F2	D3	217.00	265.00	264.00	744.00	248.00
Σ			660.00	754.00	764.00	2178.00	726.00
T2	F1	D1	229.00	242.00	278.00	749.00	250.00
T2	F1	D2	227.00	238.00	271.00	736.00	245.00
T2	F1	D3	231.00	262.00	268.00	773.00	258.00
Σ			687.00	742.00	829.00	2258.00	753.00
T2	F2	D1	244.00	236.00	264.00	622.00	207.00
T2	F2	D2	246.00	250.00	266.00	752.00	251.00
T2	F2	D3	232.00	256.00	272.00	778.00	259.00
Σ			722.00	662.00	768.00	2152.00	717.00
$\Sigma\Sigma$			2728.00	2973.00	3142.00	8843.00	2948.00

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable de altura de planta a los 60 días (cm). Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	7327.17	3663.58	5.23 N.S		
Factor A	1	84.03	84.03	0.12 N.S	18.51 N.S	98.50 N.S
Error	2	1401.39	700.69			
Factor B	1	182.25	182.25	0.75 N.S	7.71 N.S	21.2 N.S
AxB	1	78.03	78.03	0.32 N.S	7.71 N.S	21.2 N.S
Error	4	972.56	243.14			
Factor C	2	132.17	66.08	0.47 N.S	3.63 N.S	6.23 N.S
AxC	2	103.39	51.69	0.36 N.S	3.63 N.S	6.23 N.S
BxC	2	508.17	254.08	1.79 N.S	3.63 N.S	6.23 N.S
AxBxC	2	168.06	84.03	0.59 N.S	3.63 N.S	6.23 N.S
Error	16	2269.56	141.85			
Total	35	1076.31				
C.V	4.82%					

Tabla N° 3: Valores promedios de la variable de altura de planta a los 90 días (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	\bar{x}
			I	II	III		
T1	F1	D1	236.00	274.00	267.00	770.00	257.00
T1	F1	D2	244.00	277.00	268.00	787.00	262.00
T1	F1	D3	246.00	244.00	266.00	746.00	249.00
Σ			726.00	795.00	782.00	2303.00	768.00
T1	F2	D1	236.00	247.00	256.00	724.00	241.00
T1	F2	D2	256.00	250.00	254.00	760.00	253.00
T1	F2	D3	228.00	265.00	264.00	752.00	251.00
Σ			720.00	756.00	760.00	2236.00	745.00
T2	F1	D1	247.00	256.00	278.00	773.00	258.00
T2	F1	D2	242.00	246.00	271.00	746.00	249.00
T2	F1	D3	244.00	263.00	268.00	761.00	254.00
Σ			733.00	755.00	792.00	2280.00	760.00
T2	F2	D1	248.00	250.00	264.00	764.00	255.00
T2	F2	D2	246.00	258.00	266.00	756.00	252.00
T2	F2	D3	236.00	256.00	272.00	759.00	253.00
Σ			730.00	762.00	787.00	2279.00	760.00
$\Sigma\Sigma$			2909.00	3068.00	3121.00	9098.00	3033.00

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable de altura de planta a los 90 días (cm). Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	3450.50	1725.25	15.65 N.S		
Factor A	1	30.25	30.25	0.27 N.S	18.51	98.50
Error	2	220.50	110.25			
Factor B	1	200.69	200.69	9.32 N.S	7.71	21.2
AxB	1	61.36	61.36	2.85 N.S	7.71	21.2
Error	4	86.11	21.53			
Factor C	2	30.17	15.08	0.16 N.S	3.63	6.23
AxC	2	120.17	60.08	0.70 N.S	3.63	6.23
BxC	2	105.39	52.69	0.62 N.S	3.63	6.23
AxBxC	2	114.06	57.03	0.66 N.S	3.63	6.23
Error	16	1375.56	85.97			
Total	35	1076.31				
C.V	3.63%					

Tabla N°4: Valores promedios de la variable diámetro de tallo a los 30 días (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	\bar{x}
			I	II	III		
T1	F1	D1	1.55	1.88	1.89	5.32	1.77
T1	F1	D2	1.88	1.77	1.67	5.32	1.77
T1	F1	D3	1.88	1.92	2.36	6.16	2.05
Σ			5.31	5.57	5.92	16.8	5.60
T1	F2	D1	1.89	1.56	2.23	5.68	1.89
T1	F2	D2	1.74	2.10	1.65	5.49	1.83
T1	F2	D3	1.91	1.90	1.79	5.6	1.87
Σ			5.54	5.56	5.67	16.77	5.59
T2	F1	D1	1.96	1.99	1.98	5.93	1.98
T2	F1	D2	1.91	1.76	1.78	5.45	1.82
T2	F1	D3	2.13	1.66	1.96	5.75	1.92
Σ			6	5.41	5.72	17.13	5.71
T2	F2	D1	2.12	1.99	1.74	5.85	1.95
T2	F2	D2	2.05	1.98	1.98	6.01	2.00
T2	F2	D3	1.77	1.55	1.87	5.19	1.73
Σ			5.94	5.52	5.59	17.05	5.68
$\Sigma\Sigma$			22.79	22.06	22.9	67.75	22.58

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable de diámetro de tallo a los 30 días (cm).Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	0.035	0.017	0.353		
Factor A	1	0.010	0.010	0.210	18.51	98.50
Error	2	0.099	0.049			
Factor B	1	0.000	0.000	0.555	7.71	21.2
AxB	1	0.000	0.000	0.011	7.71	21.2
Error	4	0.024	0.006			
Factor C	2	0.013	0.006	0.146	3.63	6.23
AxC	2	0.132	0.066	1.534	3.63	6.23
BxC	2	0.155	0.078	1.808	3.63	6.23
AxBxC	2	0.029	0.014	0.335	3.63	6.23
Error	16	0.686	0.043			
Total	35	1.183				
C.V	11.01%					

Tabla N°5: Valores promedios de la variable diámetro de tallo a los 60 días (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	\bar{x}
			I	II	III		
T1	F1	D1	1.00	2.70	2.50	7.00	2.33
T1	F1	D2	2.20	2.70	2.30	7.2	2.40
T1	F1	D3	2.80	2.26	2.50	7.56	2.52
Σ			6.8	7.66	7.3	21.76	7.25
T1	F2	D1	2.00	2.30	2.30	6.6	2.20
T1	F2	D2	2.90	2.10	2.20	7.20	2.40
T1	F2	D3	2.06	2.10	2.40	6.56	2.19
Σ			6.96	6.5	6.9	20.36	6.79
T2	F1	D1	2.10	2.50	2.30	6.9	2.30
T2	F1	D2	2.50	2.50	2.40	6.4	2.13
T2	F1	D3	2.20	1.90	2.20	6.3	2.10
Σ			5.8	6.9	6.9	19.60	6.53
T2	F2	D1	2.40	2.30	1.90	6.6	2.20
T2	F2	D2	2.40	2.10	2.20	6.7	2.23
T2	F2	D3	2.30	2.40	2.10	6.4	2.13
Σ			7.1	6.8	5.8	19.7	6.57
$\Sigma\Sigma$			26.66	27.86	26.9	81.42	27.14

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable de diámetro de tallo a los 60 días (cm).Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	0.042	0.021	0.231 N.S		
Factor A	1	0.011	0.011	0.118 N.S	18.51	98.50
Error	2	0.181	0.091			
Factor B	1	0.034	0.034	0.287 N.S	7.71	21.2
AxB	1	0.000	0.000	0.002 N.S	7.71	21.2
Error	4	0.469	0.117			
Factor C	2	0.203	0.102	0.737 N.S	3.63	6.23
AxC	2	0.124	0.062	0.450 N.S	3.63	6.23
BxC	2	0.029	0.014	0.1046 N.S	3.63	6.23
AxBxC	2	0.269	0.134	0.973 N.S	3.63	6.23
Error	16	2.21	0.138			
Total	35	3.572				
C.V	16.31%					

Tabla N°6: Valores promedios de la variable diámetro de tallo a los 90 días (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	\bar{x}
			I	II	III		
T1	F1	D1	3.90	3.00	3.80	10.7	3.57
T1	F1	D2	2.70	2.90	3.10	8.4	2.80
T1	F1	D3	3.48	2.90	3.60	9.98	3.33
Σ			10.08	8.5	10.5	29.08	9.69
T1	F2	D1	3.16	3.60	2.80	9.56	3.19
T1	F2	D2	3.11	3.10	3.70	9.91	3.30
T1	F2	D3	3.00	2.60	3.00	8.6	2.87
Σ			9.27	9.3	9.5	28.07	9.36
T2	F1	D1	3.20	3.10	3.20	9.5	3.17
T2	F1	D2	3.50	2.90	3.80	10.2	3.40
T2	F1	D3	3.30	2.60	3.40	9.3	3.10
Σ			10	8.6	10.4	29	9.67
T2	F2	D1	3.24	2.90	3.10	9.24	3.08
T2	F2	D2	3.20	2.90	3.30	9.4	3.13
T2	F2	D3	2.90	3.20	3.00	9.1	3.03
Σ			9.34	9.00	9.4	27.74	9.25
$\Sigma\Sigma$			38.69	35.40	39.80	113.89	37.96

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable de diámetro de tallo a los 90 días (cm).Jipijapa 2015.

F. de V	G.I	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	0.75	0.375	73.682		
Factor A	1	0.014	0.014	2.753	18.51	98.50
Error	2	0.010	0.005			
Factor B	1	0.183	0.183	1.834	7.71	21.2
AxB	1	0.000	0.000	0.001	7.71	21.2
Error	4	0.400	0.1			
Factor C	2	0.173	0.086	1.024	3.63	6.23
AxC	2	0.263	0.131	1.559	3.63	6.23
BxC	2	0.202	0.101	1.197	3.63	6.23
AxBxC	2	0.517	0.259	3.066	3.63	6.23
Error	16	1.349	0.084			
Total	35					
C.V	9.16%					

Tabla N°7: Valores promedios de la variable altura de inserción de la mazorca (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	\bar{x}
			I	II	III		
T1	F1	D1	180.00	154.00	140.00	474.00	158.00
T1	F1	D2	140.00	152.00	154.00	446.00	149.00
T1	F1	D3	142.00	140.00	140.00	422.00	141.00
Σ			462.00	446.00	434.00	1342.00	447.00
T1	F2	D1	126.00	132.00	132.00	390.00	130.00
T1	F2	D2	130.00	150.00	144.00	424.00	141.00
T1	F2	D3	128.00	126.00	136.00	390.00	130.00
Σ			384.00	408.00	412.00	1204.00	401.00
T2	F1	D1	144.00	142.00	150.00	436.00	145.00
T2	F1	D2	152.00	152.00	148.00	452.00	151.00
T2	F1	D3	142.00	148.00	138.00	428.00	143.00
Σ			438.00	442.00	436.00	1316.00	439.00
T2	F2	D1	136.00	134.00	144.00	414.00	138.00
T2	F2	D2	136.00	152.00	142.00	430.00	143.00
T2	F2	D3	136.00	152.00	110.00	398.00	133.00
Σ			408.00	438.00	396.00	1242.00	414.00
$\Sigma\Sigma$			1692.00	1734.00	1678.00	5104.00	1701.00

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable altura de inserción de la mazorca (cm). Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	141.556	70.778	2.0615 N.S		
Factor A	1	4.000	4.000	0.1165 N.S	18.51	98.50
Error	2	68.667	34.333			
Factor B	1	1348.444	1248.444	12.7248 N.S	7.71	21.2
AxB	1	113.778	113.778	1.1597 N.S	7.71	21.2
Error	4	392.444	98.111			
Factor C	2	561.556	280.778	2.4811 *	3.63	6.23
AxC	2	40.667	20.333	0.1797 N.S	3.63	6.23
BxC	2	169.556	84.778	0.7491 N.S	3.63	6.23
AxBxC	2	206.889	103.444	0.9141 **	3.63	6.23
Error	16	1810.667	113.167			
Total	35	4758.222				
C.V	7.50%					

Tabla N°8: Valores promedios de la variable número de hojas. Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	x̄
			I	II	III		
T1	F1	D1	12.6	12.6	12.6	37.8	12.60
T1	F1	D2	13.4	13.4	14.2	41	13.67
T1	F1	D3	12.4	12.8	13.2	38.4	12.80
Σ			38.4	38.8	40	117.2	39.07
T1	F2	D1	13.4	12.4	14.0	39.8	13.27
T1	F2	D2	11.8	13.0	13.8	38.6	12.87
T1	F2	D3	12.0	12.6	13.2	37.8	12.60
Σ			37.2	38	41	116.2	38.73
T2	F1	D1	13.0	13.0	14.6	40.6	13.53
T2	F1	D2	11.8	12.6	13.0	37.4	12.47
T2	F1	D3	12.4	13.2	13.2	38.8	12.93
Σ			37.2	38.8	40.8	116.8	38.93
T2	F2	D1	12.8	13.0	14.2	40.0	13.33
T2	F2	D2	12.4	13.8	14.0	40.2	13.40
T2	F2	D3	11.8	12.0	13.2	37.0	12.33
Σ			37	38.8	41.4	117.2	39.07
ΣΣ			149.8	154.4	163.2	467.4	155.80

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable número de hojas. Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	7.727	3.863	23.653 N.S		
Factor A	1	0.010	0.010	0.0612 N.S	18.51	98.50
Error	2	0.327	0.163			
Factor B	1	0.010	0.010	0.0776 N.S	7.71	21.2
AxB	1	0.054	0.054	0.4224 N.S	7.71	21.2
Error	4	0.516	0.129			
Factor C	2	1.847	0.923	5.0517 *	3.63	6.23
AxC	2	1.087	0.543	2.9726 *	3.63	6.23
BxC	2	0.647	0.323	1.769 *	3.63	6.23
AxBxC	2	2.882	1.441	7.8845 **	3.63	6.23
Error	16	2.924	0.183			
Total	35	18.030				
C.V	3.29%					

Tabla N°9: Valores promedios de la variable longitud de la mazorca (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	x̄
			I	II	III		
T1	F1	D1	18.50	17.90	18.10	54.5	18.17
T1	F1	D2	17.40	18.70	19.20	55.3	18.43
T1	F1	D3	18.50	18.80	18.60	55.9	18.63
Σ			54.4	55.4	55.9	165.7	55.23
T1	F2	D1	17.30	18.10	17.80	53.2	17.73
T1	F2	D2	17.00	18.00	20.00	0.55	0.18
T1	F2	D3	17.00	18.00	18.80	19.15	6.38
Σ			17.64	18.46		72.9	24.30
T2	F1	D1	17.00	20.00	19.90	0.53	0.18
T2	F1	D2	17.00	19.00	19.00	0.55	0.18
T2	F1	D3	17.00	16.00	18.00	0.51	0.17
Σ			51.00	55.00	0.56	1.59	0.53
T2	F2	D1	18.00	20.00	17.00	0.5	0.17
T2	F2	D2	18.00	18.00	19.00	0.55	0.18
T2	F2	D3	17.00	20.00	19.00	0.5	0.18
Σ			0.53	58.00		1.61	0.54
ΣΣ			73.08	74.91	93.81	241.8	80.60

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable longitud de la mazorca (cm). Jipijapa 2015.

F. de V	G.I	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	9.869	4.934	6.8218 N.S		
Factor A	1	0.003	0.003	0.0035 N.S	18.51	98.50
Error	2	1.447	0.723			
Factor B	1	0.002	0.002	0.0038 N.S	7.71	21.2
AxB	1	1.647	1.647	2.4870 N.S	7.71	21.2
Error	4	2.649	0.662			
Factor C	2	0.542	0.271	0.3110 N.S	3.63	6.23
AxC	2	1.520	0.760	0.8718 N.S	3.63	6.23
BxC	2	1.147	0.573	0.6576 N.S	3.63	6.23
AxBxC	2	2.569	1.284	1.4733 N.S		
Error	16	13.949	0.872			
Total	35	35.343				
C.V	5.13%					

Tabla N°10: Valores promedios de la variable diámetro de la mazorca (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	x̄
			I	II	III		
T1	F1	D1	3.6	3.9	4.2	11.7	3.90
T1	F1	D2	4.4	3.8	4.6	12.8	4.27
T1	F1	D3	3.8	4.6	4.1	12.5	4.17
Σ			11.8	12.3	12.9	37	12.33
T1	F2	D1	3.3	4.6	4.2	12.1	4.03
T1	F2	D2	4	3.8	4.2	12	4.00
T1	F2	D3	3.2	4	3.9	11.1	3.70
Σ			10.5	12.4	12.3	35.2	11.73
T2	F1	D1	3.7	4.6	4.1	12.4	4.13
T2	F1	D2	3.7	3.9	4.8	12.4	4.13
T2	F1	D3	4	4.8	4.6	13.4	4.47
Σ			11.4	13.3	13.5	38.2	12.73
T2	F2	D1	4.4	4.2	4.4	13.0	4.33
T2	F2	D2	4	3.8	4.5	12.3	4.10
T2	F2	D3	4	4.0	4	12.0	4.00
Σ			12.4	12	12.9	37.3	12.43
ΣΣ			46.1	50	51.6	147.7	49.23

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable diámetro de la mazorca (cm). Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	1.313	0.657	34.7787 N.S		
Factor A	1	0.310	0.310	16.415 N.S	18.51	98.50
Error	2	0.038	0.019			
Factor B	1	0.197	0.197	1.2204 N.S	7.71	21.2
AxB	1	0.025	0.025	0.1524 N.S	7.71	21.2
Error	4	0.644	0.161			
Factor C	2	0.010	0.005	0.043 N.S	3.63	6.23
AxC	2	0.185	0.093	0.764 N.S	3.63	6.23
BxC	2	0.614	0.307	2.5363 N.S	3.63	6.23
AxBxC	2	0.021	0.011	0.0871 N.S	3.63	6.23
Error	16	1.938	0.121			
Total	35	5.295				
C.V	8.48%					

Tabla N°11: Valores promedios de la variable rendimiento Kg parcela⁻¹ (cm). Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	x̄
			I	II	III		
T1	F1	D1	3.96	5.41	5.25	14.62	4.87
T1	F1	D2	5.14	5.4	6.01	16.55	5.52
T1	F1	D3	4.76	6.98	6.3	18.04	6.01
Σ			13.86	17.79	17.56	49.21	16.40
T1	F2	D1	2.41	6.02	6.03	14.46	4.82
T1	F2	D2	3.4	5.69	4.89	13.98	4.66
T1	F2	D3	4.04	6.31	4.29	14.64	4.88
Σ			9.85	18.02	15.21	43.08	14.36
T2	F1	D1	3.47	5.16	6.5	15.13	5.04
T2	F1	D2	3	5.34	6.74	15.08	5.03
T2	F1	D3	4.39	4.35	6.19	14.93	4.98
Σ			10.86	14.85	19.43	45.14	15.05
T2	F2	D1	4.92	5.27	7.04	17.2	5.74
T2	F2	D2	5.65	2.56	6.78	14.99	5.00
T2	F2	D3	4.51	3.52	5.32	13.4	4.45
Σ			15.08	11.35	19.14	45.57	15.19
ΣΣ			49.65	62.01	71.34	183	61.00

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable rendimiento Kg parcela⁻¹. Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	19.719	9.859	1.819 N.S		
Factor A	1	0.070	0.070	0.013 N.S	18.51	98.50
Error	2	10.842	5.421			
Factor B	1	0.904	0.904	0.553 N.S	7.71	21.2
AxB	1	1.198	1.198	0.733 N.S	7.71	21.2
Error	4	6.539	1.635			
Factor C	2	0.030	0.015	0.025 N.S	3.63	6.23
AxC	2	2.462	1.231	2.104 N.S	3.63	6.23
BxC	2	2.071	1.035	1.769 N.S	3.63	6.23
AxBxC	2	0.018	0.009	0.016 N.S	3.63	6.23
Error	16	9.363	0.585			
Total	35	53.21				
C.V	15.05%					

Tabla N°12: Valores promedios de la variable rendimiento Kg ha⁻¹. Jipijapa 2015.

TIEMPO	FRECUENCIA	DOSIS N	REPETICIONES			Σ	x̄
			I	II	III		
T1	F1	D1	4783.77	6221.86	6212.62	17218.25	5739.42
T1	F1	D2	6059.83	6442.12	6862.42	19364.37	6454.79
T1	F1	D3	5718.98	8145.41	7282.92	21147.31	7049.10
Σ			16562.58	20809.39	20357.96	57729.93	19243.31
T1	F2	D1	2859.96	6931.64	7235.78	17027.38	5675.79
T1	F2	D2	4189.04	6658.97	5860.27	16708.28	5569.43
T1	F2	D3	4852.16	7266.38	5065	17183.54	5727.85
Σ			11901.16	20856.99	18161.05	50919.2	16973.07
T2	F1	D1	4115.30	6090.70	7545.99	17751.99	5917.33
T2	F1	D2	3550.39	6510.68	7665.6	17726.69	5908.90
T2	F1	D3	5094.85	5277.41	7166.39	17538.65	5846.22
Σ			12760.54	17878.79	22378	53017.33	17672.44
T2	F2	D1	5820.67	6314.5	7946.56	20081.7	6693.91
T2	F2	D2	6549.4	3049.09	7716.2	17314.65	5771.55
T2	F2	D3	5123.09	4210.26	6230.45	15563.8	5187.93
Σ			17493.16	13573.85	21893.17	52960.18	17653.39
ΣΣ			58717.44	73119.02	82790.18	214626.6	71542.21

Fuente: Alvarez Martha, 2015.

ADEVA de la variable rendimiento Kg ha⁻¹. Jipijapa 2015.

F. de V	GI	S.C	C.M	F.c	F.t	
					0.05	0.01
Replicación	2	24450101.40	12225050.70	2.2110 N.S		
Factor A	1	198709.02	198709.02	0.0002 N.S	18.51	98.50
Error	2	115118063.31	5759031.65			
Factor B	1	1311341.27	1311341.27	1.4604 N.S	7.71	21.2
AxB	1	1268118.84	1268118.84	0.7860 N.S	7.71	21.2
Error	4	8712335.41	2178083.85			
Factor C	2	40580.21	20290.10	0.2417 N.S	3.63	6.23
AxC	2	3239014.23	1619507.12	1.0484 N.S	3.63	6.23
BxC	2	2792183.64	1396091.82	0.0086 N.S	3.63	6.23
AxBxC	2	11920.11	5960.05	0.0791 N.S	3.63	6.23
Error	16	12614439.62	788402.48			
Total	35	66156807.07				
C.V		14.89%				

ANEXOS

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDADES/MES/SEMANAS	1				2				3				4				5				6			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del proyecto de investigación	█	█	█	█																				
Presentación del anteproyecto y fijación de fecha de defensa del mismo					█	█	█																	
Aprobación del proyecto									█															
Planificación del trabajo de campo									█															
Establecimiento del ensayo y recolección de datos													█	█	█	█	█	█	█	█				
Tabulación de datos																	█	█	█	█	█	█	█	█
Revisión y corrección de tesis																								█
Presentación de tesis a los tribunales																								█
Sustentación de la tesis de grado																								█
Incorporación																								█

ANALISIS DE SUELO



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Espultrac; Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Tel: 032 783044 suelos.netp@inap.gov.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	INIAP - Portoviejo	Nombre :	Programa Fruticultura	Cultivo Actual :	
Dirección :		Provincia :	Morona	N° Reporte :	00278
Ciudad :	Portoviejo	Cantón :	Portoviejo	Fecha de Muestreo :	18/09/2015
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	18/09/2015
Fax :		Ubicación :		Fecha de Salida :	30/09/2015

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm					mg/100ml					ppm												
	Identificación	Arca		NH ₄	P	K	Cu	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B												
75886	Lote Jama		7,5	PN	27	M	58	A	1,68	A	21	A	8,4	A	5	B	6,7	M	9,0	A	22	B	36,4	A	0,30	B
75887	Lote San Isidro		6,7	PN	44	A	37	A	1,16	A	30	A	8,1	A	5	B	7,3	A	11,0	A	69	A	63,0	A	0,78	M
75888	Lote Mucuna		7,6	LAi	45	A	66	A	1,71	A	24	A	4,3	A	5	B	5,9	M	10,4	A	28	B	15,6	A	0,28	B
75889	Lote Bananeras		8,0	LAi	46	A	42	A	1,58	A	24	A	4,9	A	5	B	5,2	M	8,9	A	14	B	17,7	A	0,28	B
75890	Lote Hualtón		6,0	MeAc	57	A	36	A	1,11	A	17	A	4,8	A	5	B	13,8	A	11,8	A	158	A	22,2	A	0,38	B
75891	Lote Montecrey		6,2	LAe	58	A	32	A	1,71	A	13	A	2,3	A	5	B	5,3	M	9,7	A	158	A	17,9	A	1,20	A
75892	Lote La Palmar de Tumbaco		7,0	N	58	A	48	A	2,63	A	19	A	11,8	A	5	B	1,9	B	10,9	A	26	B	9,7	M	2,58	A
75893	Lote Lote 2014		8,2	MeAl	55	A	55	A	1,51	A	24	A	4,4	A	5	B	2,4	M	10,5	A	32	M	10,6	M	0,50	M

INTERPRETACIÓN				METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
pH				Elementos de N a B		pH = Suelo, agua (1:2,5) N.P.B = Colimetría S = Turbidimetría K,Cu,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica
MAc = Muy Acido	LAe = Liger. Acido	LAi = Liger. Alcalino	RC = Requiere Cal	B = Bajo		
Ac = Acido	PN = Parc. Neutro	MeAl = Media. Alcalino		M = Medio		N.P.K,Cu,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
MeAc = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A = Alto		Fosfato de Calcio Monobásico
						BS

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO

por tres meses. Servicio al cliente disponible
revisando en los resultados



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
 LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.eetp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: INIAP- Portoviejo	Nombre	: Programa Fruticultura	Cultivo Actual	:
Dirección	:	Provincia	: Manabí	N° de Reporte	: 00278
Ciudad	: Portoviejo	Cantón	: Portoviejo	Fecha de Muestreo	: 18/09/2015
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 18/09/2015
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 30/09/2015

N° Muest.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg		meq/10ml	(meq/l)½	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na					C.E.	M.O.				Mg	K	K	
75886					2,3	H	2,5	5,00	17,50	31,08			28	41	31	Franco-Arcilloso
75887					1,8	B	2,4	6,98	24,22	29,26			24	49	27	Franco
75888					1,0	B	5,5	2,51	16,55	30,01			14	39	47	Arcilloso
75889					1,0	B	4,9	3,10	18,29	30,48			18	53	29	Franco-Arcillo-Limoso
75890					3,3	M	3,5	4,32	19,64	22,91			42	49	9	Franco
75891					3,1	M	5,6	1,35	8,95	17,01			36	55	9	Franco-Limoso
75892					1,4	B	1,6	4,49	11,71	33,43			22	49	29	Franco-Arcilloso
75893					1,8	B	5,4	2,91	18,81	29,91			14	39	47	Arcilloso

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Walkley Black
Al+H	= Titulación con NaOH

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



RESPONSABLE LABORATORIO

por tres meses, hasta que se elere al receptor
 en los resultados

RESPALDOS FOTOGRAFICOS

Gráfico N° 1: Reconocimiento del área donde se implementó el ensayo en la localidad de la comuna Joa. Jipijapa 2015



Gráfico N° 2: Replanteo del área donde se va a instalar en ensayo con un grupo de comuneros de la localidad. Jipijapa 2015



Gráfico N°3: Instalación de la manguera de 2 pulgadas como línea principal y las llaves según la longitud del sistema de riego. Jipijapa 2015



Gráfico N° 4: Instalación de las cintas que distribuyen un caudal de 1 L/hora del sistema de riego. Jipijapa 2015



Gráfico N°5: Instalación del filtro para evitar el taponamiento de las cintas por partículas de sedimentación Jipijapa 2015



Gráfico N°6: Prueba del sistema de riego previa a su instalación para empezar a preparar el suelo para la siembra de la semilla del maíz. Jipijapa 2015



Gráfico N°7: Siembra de la semilla de maíz con una distancia de 20cm entre semillas y 2 metros de calle entre repeticiones. Jipijapa 2015



Gráfico N°8: Se colocó en cada uno de los hoyos una semilla de maíz. Jipijapa 2015



Gráfico N° 9: Inicio de la germinación de la planta con un inicio de un riego diario para el desarrollo de la misma. Jipijapa 2015



Gráfico N° 10: Inicio a los 20 días de la fertilización nitrogenada según los tratamientos de 50, 100 y 150 Kg/ha y con la utilización de una gramera para realizar al distribución según el área del ensayo. Jipijapa 2015



Gráfico N° 11: Con una perforación a lado de la planta de maíz se coloca la dosis de nitrógeno según los tratamientos establecidos en cada de las tres repeticiones. Jipijapa 2015



Gráfico N° 12: Primera toma de datos a los 30 días de altura de planta en cm con una regla graduada. Jipijapa 2015



Gráfico N°13: Toma de datos del grosor del tallo a los 30 días . Jipijapa 2015



Gráfico N° 14: Trabajo de reconocimiento del ensayo por parte del Tutor de tesis Ing. Cesar Moran. Jipijapa 2015



Gráfico N° 15: A los 51 días se empezó a visualizarse la inserción de la mazorca en casi toda la población del maizal. Jipijapa 2015



Gráfico N° 16: Floración de maizal donde se puede apreciar que más del 50% en la plantación. Jipijapa 2015



Gráfico N°17: Toma de datos a los 60 días de altura de planta y grosor del tallo. Jipijapa 2015



Gráfico N°18: Toma de datos a los 90 días de altura de planta y grosor del o. Jipijapa 2015



Gráfico N°19: Toma de la muestra de suelo para el respectivo análisis de laboratorio con n una profundidad de 20 cm. Jipijapa 2015



Gráfico N°20: Determinar del horizonte A y B en el marco de plantación según la profundidad de la raíz del maíz que es de 30 cm aproximadamente. Jipijapa 2015



Gráfico N° 21: Toma de datos de altura de inserción de la mazorca de mayor predominancia y numero de hojas. Jipijapa 2015



Gráfico N° 22: De acuerdo al área útil se tomó como muestra 38 plantas de cada parcela pequeña para la cosecha y en las 3 repeticiones, además y de la toma de datos como son: peso en campo, muerdo total de mazorcas y numero de mazorcas por planta. Jipijapa 2015



Gráfico N°23: De las mazorcas que sirvieron como muestra se tomó los datos de la longitud de la mazorca, diámetro de la mazorca, y peso de tres mazorcas. Jipijapa 2015



Gráfico N° 24: Se determinó con un gramera digital el peso en grano de las tres mazorcas seleccionada para un dato anterior. Jipijapa 2015

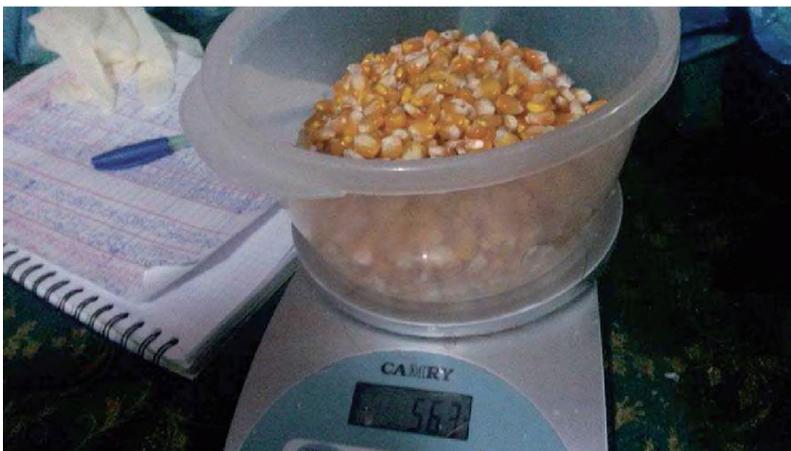


Gráfico N° 25: Con el quipo MT-16 tiene 16 escalas para medir la humedad contenida en granos y semillas. Este es un instrumento microprocesador controlado que provee una medición directa sin conversiones adicionales necesarias. El rango de humedad para maíz es 5 a 40%. Jipijapa 2015.

