



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“EFECTO DE LÁMINAS DE RIEGO EN LA PRODUCCIÓN  
DE MAÍZ (*Zea mays* L), EN RÍO - NUEVO, SANTA ELENA.”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**Previo a la obtención del título de:  
INGENIERA AGROPECUARIA**

**NELLY MARGARITA SANTISTEVAN PILAY**

**LA LIBERTAD-ECUADOR**

**2015**

**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“EFECTO DE LÁMINAS DE RIEGO EN LA  
PRODUCCIÓN DE MAÍZ (*Zea mays* L), EN RÍO -  
NUEVO, SANTA ELENA.”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Previo a la obtención del título de:

**INGENIERA AGROPECUARIA**

**NELLY MARGARITA SANTISTEVAN PILAY**

**LA LIBERTAD-ECUADOR**

**2015**

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Antonio Mora Alcívar, M.Sc.      Ing. Agr. Lenni Ramírez Flores, Mgt.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL      DIRECTORA DE LA CARRERA**

---

Ing. Ángel León Mejía, MSc      Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, Ph.D.  
**PROFESOR TUTOR      PROFESOR DEL ÁREA**

---

Abg. Joe Espinoza Ayala  
**SECRETARIO GENERAL**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco sobre todo a JESUS por la vida y por cada día que me otorga compartir con las personas que más amo y por las bendiciones otorgadas todos años.

A mis Padres y a mis hermanos por su amor, apoyo y comprensión incondicional.

Agradezco a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por haberme acogido en sus aulas; a sus docentes, quienes han demostrado a lo largo de estos años de estudio su profesionalismo y calidad humana, compartiendo sus conocimientos y aptitudes con el estudiantado, generando en nosotros ganas de superarnos día a día, y también a mis compañeros con los que compartimos muchas vivencias y recuerdos que no se borrarán de mi mente ni de mi corazón.

En especial, un eterno agradecimiento al Ing. Agr. Ángel León Mejía, quien propuso el tema de investigación y me guió en el transcurso de la misma.

Agradezco al Ing. Agr. Néstor Orrala Borbor, Director del proyecto “COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE CULTIVOS HORTÍCOLAS BAJO RIEGO DEFICITARIO EN EL TRÓPICO SECO DE LA PENÍNSULA DE SANTA ELENA” que ejecuta el centro de investigación agropecuaria (CIAP), por su apoyo incondicional.

Agradezco así mismo al Ing. Agr. Antonio Mora Alcívar, Decano de la Facultad, por las facilidades brindadas para realizar este trabajo.

A mis amigos y demás personas que de alguna manera me motivaron a seguir adelante..

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo en especial a mi pequeña hija, mi razón de ser junto al padre que son mi mayor inspiración.

A mis padres Wilfrido Santistevan Méndez y Nelly Pilay Muñoz, porque desde pequeña me inculcaron el deseo de superación, y por su apoyo incondicional durante todos estos años de estudio.

A mi querido hermano y hermanas, que siempre estuvieron prestos ayudarme en todo, brindándome su apoyo incondicional y alentándome a seguir adelante.

A mis familiares y amigos que de una manera u otra me brindaron su apoyo para llegar al final de mi propósito.

A mis compañeros de trabajo en la investigación por su comprensión paciencia, colaboración y todos los momentos vividos durante esta experiencia maravillosa.

Por ser una investigación emprendida por el Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agrarias, el presente trabajo es de responsabilidad del autor y propiedad intelectual del CIAP y por ende de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos.....	3
1.4 Hipótesis.....	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
2.1 Cultivo de maíz.....	4
2.1.1 Agroecología.....	4
2.2 Propiedades hidrofísicas del suelos.....	7
2.2.1 Textura.....	8
2.2.2 Estructura.....	9
2.2.4 Contenido de humedad en el suelo.....	11
2.2.5 Humedad gravimétrica.....	11
2.2.6 Humedad volumétrica.....	11
2.2.7 Capacidad de almacenamiento de agua del suelo.....	12
2.2.8 Capacidad de campo.....	12
2.2.9 Punto de marchitez permanente.....	14
2.2.10 Agua útil del suelo.....	14
2.3 Factores climáticos predominantes en riego agrícola.....	15
2.4 Necesidades hídricas de los cultivos.....	15
2.4.1 Evapotranspiración de referencia $e_0$ .....	17
2.4.2 Tina de evaporación clase A.....	18
2.4.3 Coeficiente de cultivo $k_c$ .....	18

2.4.4 Evapotranspiración de los cultivos.....	19
2.4.8 Conductividad eléctrica.....	20
2.4.10 Porcentaje de sodio intercambiable (psi).....	21
2.5 Programación del riego. ....	21
2.7 Normas de riverside.....	25
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
3.1 Ubicación y descripción del proyecto .....	27
3.2 Características agroquímicas del suelo y agua .....	27
3.3 Material biológico .....	29
3.4 Materiales y equipos.....	30
3.4.1Materiales .....	30
3.4.1.3 Equipos.....	30
3.5 Tratamiento y diseño experimental .....	30
3.5.1 Analisis de la varianza.....	31
3.5.3 delineamiento experimental.....	32
3.6 Manejo del experimento .....	35
3.6.1 Preparación del suelo.....	35
3.6.2 Siembra.....	35
3.6.4 Control de malezas .....	35
3.6.5 Control fitosanitario .....	35
3.6.6 Fertilización.....	35
3.6.7 Deshierbe.....	36
3.6.8 Riego .....	36
3.6.8.1 Evaporación de la tina clase A (Etv) .....	37
3.6.8.2 Determinación del coeficiente de tina (Kp) .....	37
3.6.8.3 Coeficiente de localización para riego localizado (Kl) .....	38
3.6.8.4 Coeficiente del cultivo (Kc) .....	38
3.6.8.5 Fracción de lavado (Fl).....	39
3.6.8.6 Coeficiente de uniformidad de distribución del riego (CUD).....	43
3.6.9 Cosecha. ....	44

3.7 Variables experimentales a evaluar .....	44
3.7.1 Altura de planta .....	45
3.7.2 Diámetro y longitud de entre nudos .....	45
3.7.3 Altura de inserción de mazorca .....	45
3.7.4 Peso en granos de mazorca.....	45
3.7.5 Peso de 1000 semillas.....	45
3.7.6 Relación grano - tusa .....	45
3.7.7 Rendimiento por hectárea.....	45
3.7.8 Rendimientos en $\text{kg/m}^3$ .....	46
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Resultados .....	47
4.1.1 Altura de planta a los 30, 60 y 90 días .....	47
4.2 Longitud del segundo entrenudo a los 90 días, cm. ....	48
4.2.1 Diámetro del segundo entrenudo a los 90 días.....	49
4.3 Altura de inserción de mazorca, cm. ....	50
4.4 Peso de mazorca (g) .....	51
4.5 Relación grano – tusa .....	52
4.6 Peso de 1 000 semillas (g).....	52
4.7 Producción en toneladas por hectárea .....	53
4.8 Eficiencia del uso del agua en $\text{kg/m}^3$ .....	54
4.9 Programación de riego.....	55
4.10 Análisis económico de los tratamientos .....	56
4.2 Discusión .....	59
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>61</b>
Conclusiones .....	61
Recomendaciones .....	61
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS</b>	

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Etapas fenológicas del maíz .....	7
Cuadro 2. Clasificación USA de los suelos según su textura .....	8
Cuadro 3. Clasificación de la magnitud de infiltración.....	11
Cuadro 4. Rangos admisibles de capacidad de campo.....	13
Cuadro 5. Valores de Kc para las diferentes etapas de cultivo de maíz.....	16
Cuadro 6. Calidad de agua .....	24
Cuadro 7 Variables de rango de la calidad de agua.....	24
Cuadro 8. Clasificación del agua .....	26
Cuadro 9. Propiedades químicas del suelo.....	27
Cuadro 10. Análisis del extracto de pasta de suelo.....	28
Cuadro 11. Análisis químico de agua .....	28
Cuadro 12. Característica del maíz AGRI 104.....	29
Cuadro 13. Resumen de los tratamientos de estudio .....	31
Cuadro 14. Grados de libertad del experimento.....	31
Cuadro 15. Análisis de la varianza.....	31
Cuadro 16. Delineamiento experimental.....	32
Cuadro 17. Dosis fertilizantes por repetición.....	36
Cuadro 18. Coeficiente de uniformidad de distribución del riego (CUD).....	44
Cuadro 19. Medias de los tratamientos, de la variable altura de planta.....	47
Cuadro 20. Longitud de entre nudos (90 días).....	48
Cuadro 21. Longitud del segundo entrenudo a los 90 días (cm).....	48

Cuadro 22. Diámetro del segundo entre nudo a los 90 días.....	49
Cuadro 23. Medias, diámetro del segundo entre nudo a los 90 días (mm).....	49
Cuadro 24. Altura de inserción de mazorca a los 90 días (cm).....	50
Cuadro 25. Medias, altura de inserción de mazorca a los 90 días (cm).....	50
Cuadro 26. Análisis de la varianza, peso de mazorca (g) .....	51
Cuadro 27. Análisis de medias, peso de mazorca (g). .....	51
Cuadro 28. Análisis de la variable relación grano – tusa.....	52
Cuadro 29. Análisis de la varianza, peso de 1 000 semillas (g).....	53
Cuadro 30. Análisis de la varianza, producción en kg/ha .....	54
Cuadro 31. Análisis de medias de los tratamientos, producción en t/ha.....	54
Cuadro 32. Eficiencia del agua aplicada al maíz en Icera, Santa Elena.....	55
Cuadro 33. Presupuesto parcial del experimento.....	56
Cuadro 34. Análisis de dominancia .....	57
Cuadro 35. Análisis de retorno marginal .....	57
Cuadro 36. Presupuesto parcial de análisis económico .....	58

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Textura del suelo. ....	9
Figura 2. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego	25
Figura 3. Distribución de parcelas y tratamientos.....	33
Figuras 4. Diseño de la parcela.....	34
Figura 5. Distribución de la salinidad en agua concentrada saturada con $\text{CaCO}_3$ .....	40
Figura 6. Distribución de la salinidad en agua concentrada no saturada con $\text{CaCO}_3$ .....	41
Figura 7. Distribución de la sodicidad en agua concentrada saturada con $\text{CaCO}_3$ .....	41
Figura 8. Distribución de la sodicidad en agua concentrada no saturada con $\text{CaCO}_3$ .....	42
Figura 9. Distribución de cloruros en agua concentrada saturada con $\text{CaCO}_3$	42
Figura 10. Laterales y emisores seleccionados para evaluar la subunidad de riego localizado.....	43

## ÍNDICE DE ANEXOS

- Cuadros 1A. Altura de planta a los 30 días después de la siembra.
- Cuadros 2A. Altura de planta a los 60 días después de la siembra.
- Cuadros 3A. Altura de planta a los 90 días después de la siembra.
- Cuadro 4A. Relación grano – tusa.
- Cuadro 5A. Peso de 1000 semillas.
- Cuadro 6A. Tabla meteorológica del Cenaim..
- Cuadro 7A. Riego diario de la evapotranspiración de la tina clase A. del cultivo de  
maíz (*Zea mays L.*) Icera Santa Elena. 2015
- Cuadro 8A. Análisis químico de agua.
- Cuadro 9A. Análisis químico de suelo.
- Cuadro 10A. Análisis de suelos.
- Cuadro 11A. Análisis de capacidad de intercambio catiónico.
- Cuadro 12A. Análisis de salinidad de extracto de pasta de suelos.
- Figura 1A. Limpieza del terreno.
- Figura 2A. Colocación del sistema de riego.
- Figura 3A. Germinación de la semilla de maíz AGRI 104.
- Figura 4A. Altura a los 30 días.
- Figura 5A. Inflorescencia del maíz .
- Figura 6A. Altura de inserción de la planta.
- Figura 7A. Fumigación del maíz contra gusano cogollero.
- Figura 8A. Altura de la planta a los 90 días.
- Figura 9A. Semilla del AGRI 104 cosechado.

# **1. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 ANTECEDENTES**

La creciente demanda de los recursos hídricos por la agricultura de regadío quien es el principal consumidor de agua, un recurso limitado y muchas veces escaso o de mala calidad, por lo que su manejo merece una atención especial; es conveniente el continuo cambio tecnológico que ha supuesto el desarrollo de los sistemas de riego localizado de alta frecuencia, que permiten la aplicación del agua a los cultivos de una forma determinada y precisa, ha incrementado notablemente la eficiencia del uso del agua de riego.

Cuantificar el uso consuntivo de los cultivos ha generado una serie de métodos producto de investigaciones, unos utilizan datos climáticos como temperatura, brillo solar y de más datos meteorológicos que en muchos de los casos son difíciles de obtener y mucho más para los agricultores de calcular la demanda de agua de los cultivos; no obstante existen otros métodos prácticos y ampliamente utilizados y aceptados con buenos resultados, tal es el caso de la tina de evaporación clase A que integra los efectos climáticos que afectan al cultivo y como consecuencia, permita determinar la lámina de riego a reponer de manera práctica.

La Península de Santa Elena, se caracteriza por un potencial agrícola extraordinario a lo largo de todo el año, especialmente en cultivos no tradicionales de exportación, como frutales y de ciclo corto.

El maíz es uno de los productos de mayor demanda, tanto para consumo humano como para alimento balanceado utilizado en la cría de animales. Por este motivo en la actualidad se está incentivando el cultivo de este producto a través de entidades gubernamentales siendo desarrolladas alrededor de 840 hectáreas del

cultivo con riego por goteo en la provincia de Santa Elena, pues esta zona presenta excelentes condiciones de suelo y clima para el desarrollo de la agricultura; sin embargo aún no se realizan estudios en la región peninsular del uso consuntivo de este cultivo como de otros cultivares que permitan el uso racional del recurso hídrico.

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Las condiciones agroclimáticas de la provincia de Santa Elena permiten el desarrollo de diversos cultivos de ciclo corto; con temperatura media anual que oscila entre 23 y 25 °C, con una mínima de 15,6 °C entre los meses de julio a agosto y una máxima de 39,5 °C en los meses de febrero y marzo; la precipitación media anual es 300 mm concentrándose las lluvias entre los meses de enero a abril, mientras que el resto del año es seco.

En la provincia de Santa Elena, se realiza agricultura, en la que se utilizan sistemas de riego localizado, sin embargo, al momento de realizar la aplicación del riego, este se realiza sin considerar la verdadera demanda hídrica del cultivo, relacionada con los diferentes estados fenológicos, con esta premisa se plantea realizar la presente investigación con el propósito de evaluar diferentes niveles de riego en el desempeño agrícola del maíz, aplicando tecnología de bajo costo que permitan cuantificar de manera adecuada la demanda de agua de riego, con el objetivo de optimizar el uso y manejo racional del recurso de agua.

En la provincia de Santa Elena, no se registran estudios realizados con láminas de riego en el cultivo de maíz; por esta razón la UPSE a través del CIAP se proponen realizar el presente trabajo de investigación relacionado con las láminas de riego, en el Recinto Rio Nuevo – Parroquia Colonche, Cantón Santa Elena.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 GENERAL**

Verificar el comportamiento agronómico y productivo del maíz (*Zea mays L.*), bajo la influencia de cinco niveles de riego en Río Nuevo, Santa Elena.

#### **1.3.2 ESPECÍFICOS**

- ◆ Evaluar las características agronómicas del cultivo.
- ◆ Determinar la mejor lámina de riego en relación a la producción.
- ◆ Analizar la relación beneficio costo de cada lámina de riego.

### **1.4 HIPÓTESIS**

Las láminas aplicadas al cultivo de maíz se diferenciarán en el comportamiento agronómico y rendimiento, en el Recinto Río Nuevo.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 CULTIVO DE MAÍZ**

#### **2.1.1 AGROECOLOGÍA**

Los factores climáticos que más influyen en la producción del maíz son la precipitación (cantidad e intensidad) y la Heliofanía (horas de sol), de acuerdo con la etapa de desarrollo del cultivo en que se presentan (germinación, floración, y llenado del grano), indica QUIROZ (1996)

CRUZ (2013) manifiesta que el maíz requiere una temperatura de entre 24,4 a 35,6 °C, siendo una media de 32 °C la temperatura ideal para lograr una óptima producción, requiere una gran cantidad de luz solar, bajando sus rendimientos en los climas húmedos. Puede soportar una temperatura mínima de 8° C y máximas de 39°C, pero a partir de los 40°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes y una baja polinización, en el período de fructificación la planta requiere temperaturas de 20 a 32 °C. El clima ideal para el maíz, es un ambiente con días soleados, noches frescas, temperaturas y vientos moderados.

ALDRICH y LONG (1994) indica que el clima en el maíz es un cultivo de crecimiento rápido, que rinde más con temperaturas moderadas y un suministro abundante de agua. La temperatura ideal es entre 24 °C a 30 °C, en las noches cálidas, el maíz utiliza demasiada energía en la respiración celular. Por esta razón, son ideales las noches frescas, los días soleados y las temperaturas moderadas.

ESCUADERO (2010) plantea que los suelos más idóneos para el cultivo del maíz lo considerado los francos, profundos y con drenaje que permitan retener buena humedad con pH entre 5.5 y 7.8.

### 2.1.2 MORFOLOGÍA Y TAXONOMÍA DEL MAÍZ

Según TERÁN (2008), la taxonomía del maíz es:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Cyperales

Familia: Poaceae

Género: *Zea*

Especie: maíz

Nombres Comunes: Maíz, morochillo, maíz duro amarillo.

Nombre científico: *Zea mays* L.

SANTIAGO y SOTAMBA (2014) especifican que el maíz es una planta de tallo erecto, dependiendo de la variedad, sostenido por un sistema radical fibroso y compacto consta de un fasciculado o subterráneo la cual cumple la función de alimentar a la planta y el adventicio o aéreo que sirve de sostén. El tallo es erecto, formado por nudos y entrenudos, la zona de crecimiento se encuentra por encima de los nudos, La parte terminal es una panoja, que constituye la flor masculina, Las hojas son largas anchas y flexuosas, de bordes y superficies ásperas, con nerviación paralela, la hoja llega a medir 1.5 m por 10 cm de ancho y termina en un ápice agudo. El maíz es una planta monoica, debido a que tiene inflorescencia masculina y femenina. Cada grano es un fruto denominado cariósipide.

INFOAGRO (2010) asegura que el sistema radicular del maíz es fasciculado, de gran potencia y de rápido desarrollo. El tallo puede elevarse a alturas de hasta 4 m, e incluso más en algunas variedades. Las hojas son anchas y abrazadoras. La planta es diclina y monoica. Las flores femeninas aparecen en las axilas de algunas hojas y están agrupadas en una espiga rodeada de largas brácteas. A esta espiga se le suele llamar mazorca.

GARCÍA (2005) menciona que la planta de maíz tiene dos tipos de raíz, las primarias son fibrosas y raíces adventicias, el tallo está compuesto a su vez por tres capas: una epidermis exterior, impermeable y transparente. Las hojas toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas. Cada mazorca consiste en un tronco u olote que está cubierta por filas de granos.

### **2.1.3 FENOLOGÍA Y DESARROLLO**

AMADOR y BOSCHINI (2000) argumentan, la zona tradicional de siembra de maíz, especialmente para grano, ha sido la costa del Pacífico. Tiene un ciclo de 120 días iniciándose en mayo y junio, de manera que las plantas tienen la oportunidad de desarrollarse en días largos y con suficiente humedad.

Según INPOFOS. (2006), existe una escala fenológica en la que se puede describir el ciclo de un cultivo de maíz se distinguen dos grandes etapas:

- ✓ La etapa vegetativa, corresponde al número de hojas totalmente expandidas.
- ✓ La etapa reproductiva que comienza con la emergencia de los estigmas y finaliza con la madurez fisiológica de los granos.

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT) sf, agrupa en cuatro etapas principales los estados fenológicos del maíz.

- ✓ Crecimiento de las plántulas (etapas VE y V1)
- ✓ Crecimiento vegetativo (etapas V2, V3... Vn)
- ✓ Floración y la fecundación (etapas VT, R0, y R1)
- ✓ Llenado de grano y la madurez (etapas R2 a R6)

**Cuadro 1. Etapas fenológicas del maíz**

<b>ETAPA</b>	<b>DIAS*</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>
VE	5	El coleoptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n”. (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo.)
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panícula.
R0	57	Antesis o floración masculina. El polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas.
R2	71	Etapas de ampolla, los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapas lechosas. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco.
R4	90	Etapas masosas. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5	102	Etapas dentadas. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado.
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

\* DAS: número aproximado de días después de la siembra en tierras bajas tropicales, donde las temperaturas máxima y mínima pueden ser de 33°C y 22°C, respectivamente. En los ambientes más fríos, se amplían estos tiempos.

## **2.2. PROPIEDADES HIDROFÍSICAS DEL SUELOS.**

IBÁÑEZ (2006) indica que en el suelo, podemos distinguir diferentes propiedades interactuando entre sí originando a su vez una diversidad de tipos de suelos, en función de la incidencia de cada una de ellas, las propiedades más importantes del suelo: textura, estructura, infiltración, capacidad de campo, punto de marchitez permanente, agua disponible.

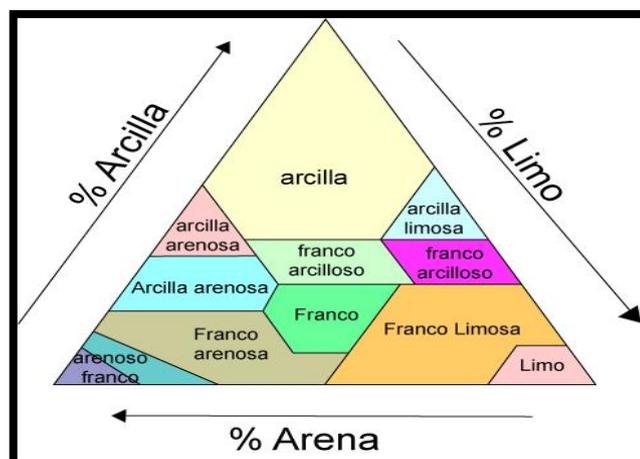
### 2.2.1. TEXTURA

CROSARA (s.f) menciona que la textura de un suelo es la proporción de cada elemento en el suelo, representada por el porcentaje de arena, arcilla y limo. Se considera que un suelo presenta buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen, le brindan a la planta la posibilidad de ser un soporte que permita un buen desarrollo radicular y brinde un adecuado nivel de nutrientes.

**Cuadro 2. Clasificación USA de los suelos según su textura**

Textura	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Clase textural	
Textura gruesa	86 – 100	0 – 14	0 – 10	Arenoso	Suelos arenosos
	70 – 86	0 – 30	0 – 15	Arenoso franco	
Textura moderadamente gruesa	50 – 70	0 – 50	0 – 20	Franco arenoso	Suelos francos
	23 – 52	28 – 50	07 – 27	Franco	
Textura media	20 – 50	74 – 88	0 – 27	Franco limoso	Suelos francos
	0 – 20	88 – 100	0 – 12	Limoso	
Textura moderadamente fina	20 – 45	15 – 52	27 – 40	Franco arcilloso	Suelos arcillosos
	45 – 80	0 – 28	20 – 35	Franco arenoso arcilloso	
				Franco limoso arcilloso	
				Arcilloso arenoso	
0 – 20	40 – 73	27 – 40	Arcilloso limoso		
Textura fina	45 – 65	0 – 20	35 – 55	Arcilloso limoso	Suelos arcillosos
	0 – 20	40 – 60	40 – 60		
	0 – 45	0 – 40	40 – 100		

Fuente: Departamento de agricultura de Estados Unidos, citado por Miliarium. (2004)



**Figura 1. Textura del suelo**

MARTÍNEZ (2014) argumenta que la textura del suelo se definen en diferentes rangos tantos que en los suelos más pesados, con gran contenido en arcilla retienen más el agua en contra de la fuerza de la gravedad, el bulbo húmedo tendrá un perfil más desarrollado en horizontal, mientras que en suelos ligeros o porosos, tendrá un perfil más alargado.

### **2.2.2. ESTRUCTURA**

BARTOLOMÉ y VEGA (2005) indican que desde el punto de vista morfológico, es el grado, forma o modo en que las partículas integrantes de un suelo, se asocian entre sí, formando en forma natural grupos unidos sin la intervención del hombre.

PLASTER (2000) menciona que la estructura del suelo se refiere a la forma en que las partículas del suelo se agrupan juntas en unidades más grandes.

### **2.2.3. INFILTRACIÓN**

ALOCÉN (2007) indica que la infiltración es el proceso mediante el cual el agua penetra en el suelo en un determinado tiempo, la infiltración depende de varios factores como el contenido de humedad del suelo que tiene una alta capacidad de infiltración cuanto más seco está el suelo, a media que el agua penetra se disminuye la infiltración, otro factor es la textura del suelo, en cuanto mayor o menor sean las partículas del suelo, respectivamente el agua se infiltrara.

FUENTES (1998) y CARRAZÓN (2007) manifiestan que la infiltración es la velocidad de entrada del agua en el suelo. La velocidad de infiltración es la relación entre la lámina de agua que se infiltra y el tiempo que tarda en hacerlo, se expresa generalmente en cm/hr o cm/min.

ORTIZ (1980) menciona que los factores principales que determinan la magnitud del movimiento del agua por infiltración son:

1. Textura. Los porcentajes de arena, limo y arcilla presentes en el suelo. En un suelo arenoso se favorece la infiltración.
2. Estructura. Suelos con grandes agregados estables en agua tienen proporciones de infiltraciones más altas.
3. Cantidad de materia orgánica. Altas proporciones de materia orgánica sin descomponer propician que una mayor cantidad de agua entre al suelo.
4. Profundidad del suelo a una capa endurecida.
5. Cantidad de agua en el suelo. En general un suelo mojado tendrá una menor infiltración que un suelo seco.
6. Temperatura del suelo. Los suelos calientes permiten mayor infiltración del agua que los suelos fríos.
7. Cantidad de organismos vivos. A mayor actividad microbiana en los suelos habrá una mayor infiltración.

**Cuadro 3. Clasificación de la magnitud de infiltración**

<b>Clasificación de la infiltración.</b>	<b>Magnitud (cm/h)</b>	<b>Características</b>
MUY LENTA	< 0.25	Suelos con un alto contenido de arcilla.
LENTA	0.25 - 1.75	Suelos con alto contenido de arcilla, bajo en materia orgánica.
MEDIA	1.75 - 2.50	Suelos migajones arenosos o migajones limosos.
RAPIDA	> 2.50	Suelos arenosos, limosos profundos y de buena agregación.

#### **2.2.4 CONTENIDO DE HUMEDAD EN EL SUELO**

PALOMINO (2009) manifiesta que mediante el riego se persigue restituir al suelo la cantidad de agua consumida, y darle así al cultivo condiciones de humedad apropiadas, para su buen desarrollo.

### **2.2.5. HUMEDAD GRAVIMÉTRICA**

CAZCO (2006) indica que la humedad gravimétrica es el método tradicional para establecer el contenido de humedad de una muestra de suelo. La muestra es pesada, secada en un horno a 105 °C durante 24 horas, determinándose mediante una balanza el peso del agua y el peso de suelo seco. El gravimétrico es el único método directo para estimar el contenido de humedad en el suelo y es el estándar con el cual son comparados otros sistemas de estimación de humedad.

### **2.2.6. HUMEDAD VOLUMÉTRICA**

Según FAO (2002), se determina la humedad volumétrica mediante la toma de una muestra de suelo, la cual se pesa y luego se seca en un horno a una temperatura de 105°C por 24 horas y luego se pesa nuevamente. La humedad se determina relacionando el peso seco con el peso húmedo y se expresa como un porcentaje. De esa manera:

$$\% \text{ humedad} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso húmedo}} \times 100$$

### **2.2.7. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DEL SUELO**

La lluvia que se infiltra integra el agua del suelo parte de la cual puede ser usada por las plantas para la transpiración, otra parte vuelve a la atmósfera a través de la evaporación desde la superficie del suelo y otra si hay suficiente infiltración puede pasar más abajo de la zona radical como agua subterránea. El agua subterránea se mueve muy lentamente a través de los materiales del subsuelo en dirección del curso de drenaje dominante. El agua subterránea deriva del agua de lluvia que se ha infiltrado en el suelo y drenado más abajo de la zona radical; es el agua en exceso de la cantidad necesaria para los cultivos y otra vegetación y sobrepasa la capacidad de almacenamiento de agua del suelo, (FAO, 2002).

VALVERDE (2007) indica que la capacidad de almacenamiento de agua en el suelo, determinada por la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente, es conocida como agua disponible, se expresa como porcentaje del peso de suelo seco. Se considera que a capacidad de campo el agua es 100% disponible y a punto de marchitez es de 0%. El valor puede oscilar entre 3 a 5 % para suelos arenosos, hasta el 15 % o más para suelos arcillosos.

#### **2.2.8. CAPACIDAD DE CAMPO**

PALESTINA (2015) indica que la capacidad de campo de un suelo es usualmente descrita como el contenido de agua después del drenaje de agua por flujo gravitacional es tan pequeño que llega a ser relativamente estable. Esta situación generalmente ocurre algunos días después que el suelo haya sido totalmente humedecido.

Según GONZÁLEZ (2005), la capacidad de campo es la cantidad de agua máxima que el suelo puede retener, medida a las 48 horas después de una lluvia o riego (el contenido de agua continúa descendiendo a medida que pasa el tiempo). La similitud del suelo con una esponja permite explicar los procesos de retención de agua.

DURAN (2000) especifica que la capacidad de campo es la cantidad de agua máxima que el suelo puede retener, medida a las 48 horas después de una lluvia o riego (el contenido de agua continúa descendiendo a medida que pasa el tiempo). Cantidad de agua retenida a una tensión de 1/10 a 1/3 de bares, esto también depende específicamente del tipo de suelo, especialmente de su textura.

**Cuadro 4. Rangos admisibles de capacidad de campo**

<b>Clase textural</b>	<b>Capacidad de campo (%)</b>
Arenoso	2.5 - 7.5
Franco arenoso	7.5 – 20.5
Franco limoso	20.5 – 33.0
Arcilloso	33.0 – 50.0

**Fuente: Manual de riegos y avenidas, citado por Compo (2004)**

Según PALOMINO (2009), la capacidad de campo se define como la máxima capacidad de retención de agua en un suelo sin problemas de drenajes, dependiendo de su textura se demora en llegar a este punto de humedad entre 12 a 72 horas.

CADAHIA (2006) asegura que la capacidad de campo de un suelo representa el contenido de humedad que se alcanza cuando, una vez completamente humedecido, se deja drenar libremente durante uno o varios días. Puesto que la gran mayoría de suelos no drenan hasta que tienen retenida una determinada cantidad de agua y luego la mantienen indefinidamente.

### **2.2.9 PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE**

VIÑEDO (2009) indica que el Punto de marchitez permanente es el contenido de agua de un suelo a partir del cual las plantas no pueden extraer más y, por tanto, se marchitan y mueren. Esto ocurre por causa de un déficit de humedad en el suelo donde comienza a disminuir y la planta absorbe agua más lentamente que la que transpira.

CADAHIA (2000) manifiesta que el punto de marchitez permanente de un suelo, es el contenido de humedad, bajo el cual se marchita una planta en crecimiento. es decir no es una constante del suelo ni solo depende de él, no hay un valor único del contenido de agua.

OLAVE (2008) indica que es el contenido de humedad del suelo, por debajo del cual las plantas no pueden extraer el agua que requieren y pierden su turgencia.

PALOMINO (2009) menciona que el punto de marchitez permanente la planta muestra síntomas de estrés por falta de agua del suelo.

### **2.2.10 AGUA ÚTIL DEL SUELO**

BOSCH *et al* (2012) menciona que es la diferencia entre los contenidos de agua a CC y PMP. Se considera como agua utilizable o potencialmente extractable por las plantas en la zona de crecimiento radical. Esta es la fracción del agua del suelo que puede perderse por evaporación o variar por el consumo de las plantas.

PALOMINO (2009) manifiesta que la cantidad de agua disponible en el suelo para ser utilizada por las plantas está comprendida entre el rango de humedad de capacidad de campo y el punto de marchitamiento permanente.

## **2.3 FACTORES CLIMÁTICOS PREDOMINANTES EN RIEGO AGRÍCOLA**

PARDO (2008) argumenta que los factores climáticos en riego son, el clima; la insolación, la temperatura, la humedad y el viento son los elementos climáticos que influyen decisivamente en las necesidades del agua. Con un clima soleado, cálido seco, las plantas tienen mayores necesidades que con un clima nuboso. Frio húmedo o sin viento, temperatura del aire, se basa en la radiación solar absorbida por la atmósfera y el calor emitido por la tierra elevando la temperatura del aire. El calor sensible del aire circundante transfiere energía al cultivo y entonces ejerce un cierto control en la tasa de evapotranspiración. En un día soleado y cálido, la pérdida de agua por evapotranspiración será mayor que en un día nublado y fresco.

## 2.4 NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS.

MANUAL DE RIEGO (s.f) indica que las necesidades hídricas en los cultivos se basan en que las raíces de las plantas toman agua de la tierra para su crecimiento y supervivencia. No obstante, la mayoría de esta agua se escapa en forma de vapor por las hojas de las plantas a través de la transpiración. Desde una superficie abierta de agua, que se puede encontrar tanto en la tierra como en las hojas de las plantas, el agua escapa directamente por evaporación. La necesidad de agua de un cultivo se conoce como “evapotranspiración”, donde se suman la transpiración y la evaporación.

DOORENBOS y KASSAM (1980), citados por PALOMINO (2009) mencionan que para poder determinar el riego es necesario conocer la cantidad de agua que necesita el cultivo. Una forma de conocerla es a través de la evapotranspiración, que considera el agua utilizada por concepto de evaporación desde la superficie del suelo, como por la transpiración de los cultivos. El clima es uno de los factores más importantes que determinan las pérdidas de agua por evapotranspiración.

ROMERO (2009) indica que las necesidades hídricas del cultivo se calculan a partir del valor  $ET_o$ , conociendo el coeficiente de cultivo específico en la zona ( $K_c$ ), mediante la siguiente expresión:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

**ET<sub>c</sub>**: necesidades hídricas del cultivo (pepino) en mm/día.

**ET<sub>o</sub>**: evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día).

**K<sub>c</sub>**: es el coeficiente de cultivo (a dimensional).

Su valor depende del cultivo (especie e incluso variedad), de su ciclo relativo, y de su fenología, así como de las condiciones específicas del cultivo en la

explotación (densidad de población, orientación de las hileras de siembra, etc.) y de las condiciones climáticas locales.

Por tanto, este coeficiente varía a lo largo del ciclo de cultivo, creciendo desde los valores más bajos en el periodo inicial (siembra o trasplante) a lo largo de la fase de crecimiento vegetativo, alcanzando los valores más altos en el periodo máximo desarrollo (máximo sombreado del suelo) y decreciendo en la maduración o senescencia. Los valores para las diferentes etapas fenológicas del maíz se pueden observar en el (cuadro 5).

**Cuadro 5. Valores de Kc para las diferentes etapas de cultivo de maíz**

Cultivo	Kc inicial	Kc medio	Kc final
Maíz	0.8	1,2	0,2

**Fuentes: Manual 56 de riego y drenaje, citado por Allen et al. (2006)**

Las necesidades hídricas de los cultivos se asume que a través de la determinación de las cantidades de agua que necesitan las plantas para su nutrición representa el aspecto más importante de la problemática del riego; tanto desde el punto de vista biológico como económico. Está comprobado que la cantidad de agua absorbida por las plantas es sólo una mínima parte del consumo total (1%), mientras que la porción más importante se elimina por evaporación del agua de la savia bruta y su emisión a la atmósfera en grandes cantidades a través de los estomas. Según el MANUAL DE LABORATORIOS DE FISICA Y DE SUELO (2008).

#### **2.4.1 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ETo.**

SMITH (2006) manifiesta que la tasa de evapotranspiración de una superficie de referencia, que ocurre sin restricciones de agua, se conoce como evapotranspiración del cultivo de referencia, y se denomina ETo. El concepto de evapotranspiración de referencia se introdujo para estudiar la demanda de evapotranspiración de la atmósfera, independientemente del tipo y desarrollo del

cultivo, y de las prácticas de manejo. Debido a que hay una abundante disponibilidad de agua en la superficie de evapotranspiración de referencia, los factores del suelo no tienen ningún efecto sobre ET. El relacionar la ET a una superficie específica permite contar con una referencia a la cual se puede relacionar la ET de otras superficies. Los únicos factores que afectan ETo son los parámetros climáticos.

CHOW (2002) señala que evapotranspiración (ET) es la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo por evaporación y por otra parte mediante transpiración del cultivo

LUIS (2009) determina que la evapotranspiración es el conjunto de procesos de evaporación del suelo y la transpiración de la cobertura del vegetal. La lámina de agua evapotranspirada sobre una cuenca o vertiente, durante un periodo determinado, constituye su evaporación total en el curso de ese periodo. La evaporación potencial (ETo) predice el efecto del clima sobre el nivel de evapotranspiración del cultivo.

#### **2.4.2 TINA DE EVAPORACIÓN CLASE A**

MOLLINEDO y TAPIA (2003) indican que el tanque evaporimétrico o tanque de evaporación clase A mide se puede medir la cantidad de agua que se evapora por las condiciones de climáticas a la que esas expuesta, entre fenómenos le velocidad del viento que tiene un factor evaporantes en la superficie del agua, la temperatura con sus fluctuaciones ocasionada por la insolación y la humedad relativa.

#### **2.4.3 COEFICIENTE DE CULTIVO Kc**

BARRERA (2000) da a conocer que el coeficiente de cultivo, representa la evapotranspiración del cultivo en cantidad de agua que la planta toma del suelo en condiciones de crecimiento y rendimientos. Los valores del coeficiente de cultivo

varían según el tipo de cultivo, estado vegetativo que este tenga, clima, área sombreada de suelo, disponibilidad de agua en el suelo y sistema de riego.

PALOMINO (2009) considera al coeficiente del cultivo como un factor relacionado con el estado de desarrollo del cultivo y por consiguiente al consumo de agua.

PALESTINA (2015) manifiesta que el coeficiente de cultivo durante el periodo de crecimiento del cultivo varía y presenta los cambios en la vegetación y el grado de cobertura del suelo reflejada en la cantidad de agua que la planta extrae del suelo desde la siembra hasta la cosecha. Para la curva del coeficiente solo se necesita los valores correspondientes a la etapa inicial ( $K_{c_{ini}}$ ), la etapa media ( $K_{c_{med}}$ ) y la etapa final ( $K_{c_{fin}}$ ).

FUENTES (1998) expresa que el coeficiente de cultivo es la relación que existe entre la Evapotranspiración real ( $ET_c$ ) de cada cultivo y la evapotranspiración de referencia  $ET_0$  en esas mismas condiciones, y microclima. Es por tanto un número adimensional (normalmente entre 0,1 y 1,2) que multiplicado por el valor de  $ET_0$  da como resultado evapotranspiración para cada cultivo ( $ET_c$ ). Los coeficientes de cultivo ( $K_c$ ) se usan, junto con  $ET_0$ , para calcular las tasas de evapotranspiración de cada cultivo. Los agricultores pueden utilizar el valor resultante de  $ET_c$  para decidir con qué frecuencia y cuánta agua se debe aplicar en cada riego.

#### **2.4.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN DE LOS CULTIVOS**

PALOMINO (2009) explica que la evapotranspiración se relaciona con la demanda hídrica del cultivo creciendo en condiciones ambientales favorables, con buen manejo agrotécnico.

ORDOÑEZ (2012) indica que la evapotranspiración del cultivo es aquella que se produce cuando no existe ninguna restricción de agua en el suelo y depende de las condiciones de los cultivos tales como sus características, el ritmo de desarrollo de las plantas (periodo vegetativo) y las condiciones climáticas de temperatura, viento y humedad relativa., se obtiene mediante la fórmula:

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

#### **2.4.5 COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD**

JAIME (2011) indica que el parámetro que se utiliza para determinar la forma de aplicación de agua de riego, este coeficiente sirve para evaluar un sistema y para ponderar las láminas de riego que requiere el cultivo.

#### **2.4.6 CONSUMO DE AGUA POR LOS CULTIVOS**

VILLASANTE (2009) indica que la aplicación de riego en los cultivos evita el déficit de agua que reduce la producción de los cultivos. El proceso del uso del agua por los cultivos tiene dos componentes principales:

- ◆ Debido a las pérdidas por evaporación del suelo y del cultivo usualmente llamada evapotranspiración del cultivo
- ◆ El otro incluye todas las pérdidas resultantes de la distribución del agua en el cultivo.

#### **2.4.7 REQUERIMIENTO DE LAVADO**

La evapotranspiración remueve agua pura de la solución del suelo, efectuándose por consiguiente una concentración de sales en el suelo. Obstante a que todas las aguas de riego contienen algunas sales, se requiere algún lavado para prevenir un

aumento de la concentración de sales en la solución del suelo en la zona radicular, a niveles que inhiban el crecimiento de la planta, expuesto por JAIME (2011).

#### **2.4.8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**

GARCIA (2012) indica que para la medición de salinidad en términos de la conductividad eléctrica expresada en  $S/m^{-1}$ , el agua es un mal conductor de electricidad pero cuando tiene sales disueltas puede conducir las en forma proporcional a la cantidad de sales presentes.

Según CASTELLANOS. (*s.f*) el parámetro de la presencia de sales en el suelo y se expresa en dS/m (antes mmhos/cm). El problema de salinidad tiene dos efectos sobre el cultivo:

- ✓ Los efectos generales se refieren al descenso en el potencial de agua en el suelo, es decir a que la planta tiene que hacer un mayor esfuerzo para poder extraer agua del suelo.
- ✓ Los efectos específicos se refieren a la toxicidad que se puede presentar por la presencia de un ion específico como cloro, boro, y en algunos casos sodio.

#### **2.4.9 RELACIÓN ADSORCIÓN DE SODIO (SAR)**

Según JAIMES (2010), el índice de adsorción de sodio (RAS) es un parámetro que refleja la posible influencia de ion sodio sobre las propiedades del suelo, debido a que tienen efectos dispersantes sobre los coloides del suelo y afecta la permeabilidad. Sus efectos no dependen solo de la concentración de sodio sino también del resto de cationes. Se basa en una fórmula empírica que relaciona el contenido de sodio, calcio y magnesio; así mismo relaciona el porcentaje de sodio de intercambio en el suelo en situación equilibrio.

#### **2.4.10 PORCENTAJE DE SODIO INTERCAMBIABLE (PSI)**

JAIMES (2010) manifiesta que la presencia de sodio intercambiable crea condiciones de inestabilidad de los agregados del suelos y del sistema poroso, el hinchamiento y la dispersión coloidal restringen la permeabilidad del suelo al agua y gases, y conduce consecuentemente a problemas de anegamiento, escurrimiento, y poca aireación.

#### **2.5 PROGRAMACIÓN DEL RIEGO.**

Según ALLEN *et al.* (2006), se requiere del riego cuando la cantidad de lluvia sea insuficiente para compensar las pérdidas de agua por evapotranspiración. Para evitar el estrés hídrico se debe aplicar el riego antes, o en el momento, de agotarse la lámina de agua fácilmente extraíble del suelo.

Los sistemas de riego se proyectan para diferenciar el volúmenes de láminas de riego en una línea de aplicación no sea mayor a 10%, para una diferencia de presiones no mayor a 20%; esto garantiza que el agua suministrada tenga al menos 90% de uniformidad de distribución mediante el coeficiente de uniformidad indica el porcentaje de variación en la lámina de agua aplicado a la superficie del suelo de una unidad de riego (DZUL *et al.* 2011).

Según MOYA (2002), la programación de riego puede basarse en la evolución de la humedad del suelo, de diversos parámetros de planta o microclima del medio circundante. Tradicionalmente, el seguimiento de la humedad del suelo ha sido el método empleado para programar el riego, o en día se emplea la relación suelo-agua-planta. Debido a que el concepto de disponibilidad del agua en el suelo ha sido el criterio que muchos han seguido para la programación de riego. Sin embargo la planta puede sufrir estrés hídrico, que afecta a su crecimiento y cosecha mucho antes de llegar al punto de marchitez.

CITRA. (s.f) indica que para programar el riego en maíz (y en cualquier otro cultivo) es requisito fundamental estimar tanto el agua que consume el cultivo de maíz o su evapotranspiración, y la cantidad de agua que puede almacenar el suelo explorado por las raíces del cultivo. Para determinar el consumo de agua del maíz se puede utilizar la bandeja de evaporación clase A, midiendo todos los días la evaporación directa de agua desde la bandeja. Con éste método, la cantidad de agua consumida por el cultivo de maíz o evapotranspiración real, se determina multiplicando la ( $ET_0$ ) por ( $Kc$ ) que es propio para el cultivo de maíz según el estado de desarrollo en que se encuentre.

VILLASANTE (2009) argumenta que el tiempo de riego en exceso da lugar a consumos por evapotranspiración más allá del requerido o a pérdidas hídricas por escorrentías o por filtración profunda, las cuales pueden generar problemas de drenaje, por el contrario si es demasiado corto la fracción del campo queda regada con una aplicación insuficiente, que puede reducir la producción.

PALOMINO (2010) manifiesta que en la actualidad el método más utilizado para determinar las necesidades de agua de los cultivos es el evaporímetro (bandeja de evaporación), permite con las debidas calibraciones, encontrar una forma de controlar los riegos, el uso de la bandeja clase A, está basado en que la evaporación debe estar nivelada, llena de agua hasta 5 cm del borde y el agua debe ser renovada periódicamente para evitar contaminación.

**Cuando regar.** El asunto es determinar el contenido de agua en el suelo a partir del cual ésta comienza a ser escasa y por lo tanto se inicia el desarrollo de un estrés hídrico que daña a la planta.

Un método para determinar la frecuencia de riego es contabilizar, por una parte, la capacidad de almacenamiento de agua fácilmente disponible que posee el suelo, y por otra, el gasto diario de agua.

**Cuanto tiempo regar.** El tiempo de riego corresponde al período en el cual debe permanecer el agua escurriendo sobre el suelo para que éste penetre hasta la profundidad de las raíces del cultivo.

PALOMINO (2009) manifiesta que el requerimiento de agua en los cultivos es la cantidad adicional de agua que se debe aplicar a un cultivo para que supla sus necesidades. Esta se expresa como la diferencia entre la evapotranspiración real (ETc) y la precipitación efectiva (Pe).

## 2.6 CALIDAD DE AGUA

LEITON (2002) menciona que la calidad de agua para riego está determinada por la cantidad y composición de los sólidos y constituyentes disueltos. Será de gran importancia para comprender la influencia que puede ejercer sobre el suelo y cultivo.

**Cuadro 6. Calidad de agua.**

<b>Calidad del agua</b>	<b>Valores de índice de Scott</b>
Buena (no es necesario tomar precauciones)	> 18
Tolerable (emplear con precauciones)	6 – 18
Mediocre (utilizarla solo en suelos con muy buen drenaje)	1,2 – 6
Mala (agua no utilizable)	< 1,2

**Fuente: Calidad agronómica de aguas de riego, por Cánovas (1986)**

Según ARAGÜÉS (2011) la calidad de agua se ve influenciadas por las variables en el cuadro debido a que afecta tanto a las plantas como a los suelos.

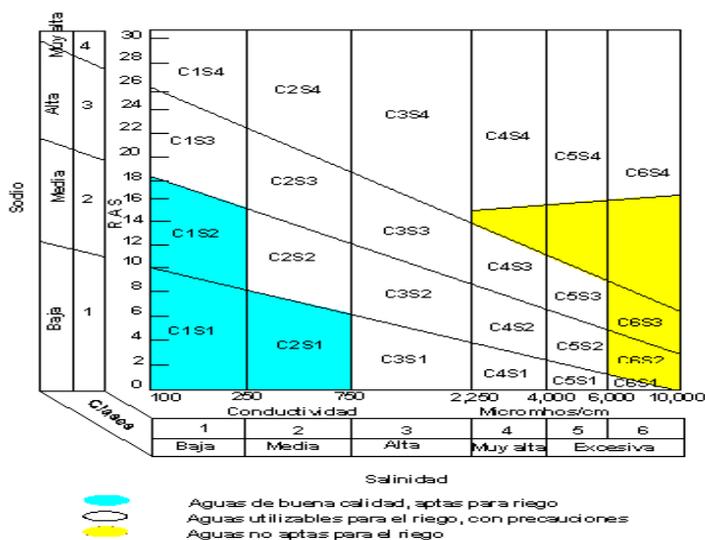
**Cuadro 7. Variables de rango de la calidad del agua**

Variables	Parámetros de medidas
♦ Salinidad	♦ Conductividad Eléctrica (CE,dS/m)
♦ Sodicidad	♦ Relación de Adsorción de Sodio [RAS,mmol/L)0.5]
♦ Alcalinidad	♦ pH
♦ Toxicidad iónica específica	♦ Concentraciones de Sodio (Na+) y Cloruro (Cl-) (meq/L)
♦ Tolerancia de los cultivos a la salinidad	♦ CE-umbral, Pendiente
♦ Tolerancia de los suelos al efecto combinado de la salinidad, sodicidad y alcalinidad	♦ CE, RAS y pH
♦ Riego	♦ Sistema de riego, Fracción de lavado (FL)

Fuente: Calidad del agua para el riego, citado por Aragüés (2011)

## 2.7 NORMAS DE RIVERSIDE

Según PAVON (s.f), las normas de Riverside establecen una relación entre la conductividad eléctrica ( $\mu\text{mhos/cm}$ ) y el índice S.A.R. Según estos dos índices, se establecen categorías o clases de aguas enunciadas según las letras C y S afectadas de un subíndice numérico.



**Figura 2.** Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego.

**Cuadro 8. Clasificación del agua**

TIPOS	CALIDAD Y NORMA DE USO
C1	Agua de baja salinidad, apta para el riego en todos los casos. Pueden existir problemas sólo en suelos de muy baja permeabilidad.
C2	Agua de salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.
C3	Agua de salinidad alta que puede utilizarse para el riego de suelos con buen drenaje, empleando volúmenes de agua en exceso para lavar el suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad.
C4	Agua de salinidad muy alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos muy permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos muy tolerantes a la salinidad
C5	Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos muy contados, extremando todas las precauciones apuntadas anteriormente.
C6	Agua de salinidad excesiva, no aconsejable para riego.
S1	Agua con bajo contenido en sodio, apta para el riego en la mayoría de los casos. Sin embargo, pueden presentarse problemas con cultivos muy sensibles al sodio.
S2	Agua con contenido medio en sodio, y por lo tanto, con cierto peligro de acumulación de sodio en el suelo, especialmente en suelos de textura fina (arcillosos y franco-arcillosos) y de baja permeabilidad. Deben vigilarse las condiciones físicas del suelo y especialmente el nivel de sodio cambiante del suelo, corrigiendo en caso necesario
S3	Agua con alto contenido en sodio y gran peligro de acumulación de sodio en el suelo. Son aconsejables aportaciones de materia orgánica y empleo de yeso para corregir el posible exceso de sodio en el suelo. También se requiere un buen drenaje y el empleo de volúmenes copiosos de riego.
S4	Agua con contenido muy alto de sodio. No es aconsejable para el riego en general, excepto en caso de baja salinidad y tomando todas las precauciones apuntadas.

**Fuente: Departamento de agricultura de Estados Unidos, citado por Moya (2002)**

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El trabajo de investigación se realizó en la finca “Guale”, ubicada en el recinto Icera, perteneciente a la comuna Cerezal Bellavista, Parroquia Colonche, a 70 km al noreste del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, ubicada en las coordenadas UTM 9778600 m E y 0518750 m S Datum WGS 1984 zona 17 M a una altura de 37 msnm; con topografía plana. Se encuentra en la falda de la Cordillera Chongón Colonche, por esta razón su clima es tropical seco, la temperatura promedio de 26 °C. El tipo de suelo es franco - arcilloso.

#### 3.2 CARACTERÍSTICAS AGROQUÍMICAS DEL SUELO Y AGUA

El análisis químico de suelo, se realizó en el laboratorio de la Estación Experimental Litoral Sur INIAP-Bolicho en el cual se determinó un suelo franco limoso; con un pH de 7,3 Prac. Neutro, los elementos analizados fueron potasio, calcio y magnesio con niveles alto, fosforo, cobre y boro con niveles medio, nitrógeno y azufre (Cuadro 9). El suelo ligeramente salino, con una C.E. de 2,37 mS/cm (Cuadro 10).

**Cuadro 9. Propiedades químicas del suelo**

<b>Elementos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Interpretación</b>
pH	7,3	Prac Neutro
Nitrógeno	16	Bajo
Fosforo	12	Medio
Potasio	819	Alto
Calcio	3761	Alto
Magnesio	374	Alto
Azufre	10	Bajo
Zinc	0,8	Bajo
Cobre	2,7	Medio
Hierro	2	Bajo
Manganeso	3,0	Bajo
Boro	0,90	Medio

**Cuadro 10. Análisis del extracto de pasta de suelo**

Elementos	Cantidad
pH	8,3 Lal
C.E.	0,91Ms/cm
Sodio	22 mg/L
Potasio	1185 mg/L
Calcio	3098 mg/L
Suma	224 mg/L
CO <sub>3</sub> H	3,2 mg/L
CO <sub>3</sub>	1,6 mg/L
SO <sub>4</sub>	3 mg/L
RAS	3%
PSI	3%

Según datos analizados del análisis del agua indica agua de salinidad muy alta con un contenido de Sodio de 256,4 mg/L, y conductividad eléctrica de 2255 mS/cm clasificando al agua en tipo C4S2, considerando un tipo de agua utilizable con precaución en riego, con fracción de lavado en suelos con buen drenaje (Cuadro 11).

**Cuadro 11. Análisis químico de agua**

Elementos	Cantidad
C.E.	2255 Ms/cm
Calcio	87,3 mg/L
Magnesio	44,2 mg/L
Sodio	256,4 mg/L
Potasio	23,0 mg/L
CO <sub>3</sub>	1,7 mg/L
HCO <sub>3</sub>	2,8 mg/L
Cl	10,4 mg/L
SO <sub>4</sub>	6,0 mg/L
pH	8,2
RAS	6,0%
PSI	6,0%
% Na	58,0%
Clase	C <sub>4</sub> S <sub>2</sub>

### 3.3 MATERIAL BIOLÓGICO

TROPICALIS (2009) indica que el AGRI 104 fue creado por la casa comercial boliviana Agricomseeds, para climas cálidos y cálidos – medios. Con un desempeño de alto contenido de beta carotenos, tolerancia a sequía, buen comportamiento en suelos salinos, tolerancia a enfermedades del complejo mancha de asfalto, ofreciendo competitivos porcentajes de producción, Ciclo del cultivo es de 120 días de inicio hasta la cosecha.

Además, el mismo autor indica que en el híbrido AGRI 104 la precipitación pluvial debe ser superior a los 450 mm y que estén bien distribuidos durante el ciclo de desarrollo del cultivo ya que el requerimiento hídrico es muy estricto en periodos críticos como la floración. Las necesidades de agua en maíz varían de acuerdo con los diferentes ciclos de desarrollo del cultivo.

**Cuadro 12. Característica del maíz AGRI 104**

<b>Características</b>	<b>AGRI 104</b>
Ciclo	Semi precoz
Altura	272 cm
Días de floración	77 días
Emergencia a cosecha	120 días
Rendimiento	Alto potencial
Textura del grano	Duro
Altura de inserción de mazorca	98 cm
Peso de 1000 semillas	455,2
Granos por hieras	38

**Fuente: Interrox, citado por Tropicalis (2009)**

## **3.4 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.4.1 MATERIALES**

#### **3.4.1.1 INSUMOS**

- Fertilizantes
- Insecticidas

#### **3.4.1.2 HERRAMIENTAS**

- Machete
- Estacas
- Píolas
- Rastrillos
- Azadón
- Libreta de apuntes

#### **3.4.1.3 EQUIPOS**

- Bomba de riego
- Cintas de riego
- Llaves de paso
- Tina de evaporación clase "A"
- Balanza

## **3.5 TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se utilizan diseño de bloques completamente al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos (Cuadro 13) corresponden a la tasa de evapotranspiración diaria, utilizando la tina de evaporación clase A como instrumento de medición de la evaporación.

**Cuadro 13. Resumen de los tratamientos de estudio**

<b>Tratamientos</b>	<b>Láminas de riego</b>
<b>T<sub>1</sub></b>	L1 (40 %) ETo
<b>T<sub>2</sub></b>	L2 (60 %) ETo
<b>T<sub>3</sub></b>	L3 (80 %) ETo
<b>T<sub>4</sub></b>	L4 (100 %) ETo
<b>T<sub>5</sub></b>	L5 (120 %) ETo

### 3.5.1 ANALISIS DE LA VARIANZA

Para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos se utilizó el análisis de la varianza y la media de los tratamientos comparados con la prueba de Tukey al 5% de significancia estadística (Cuadro 14).

**Cuadro 14. Grados de libertad del experimento**

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Tratamiento	4
Bloque	3
Error experimental	12
Total	19

**Cuadro 15. Análisis de la varianza**

<b>Prueba de significancia</b>	
Comparación de medias	Tukey al 5%

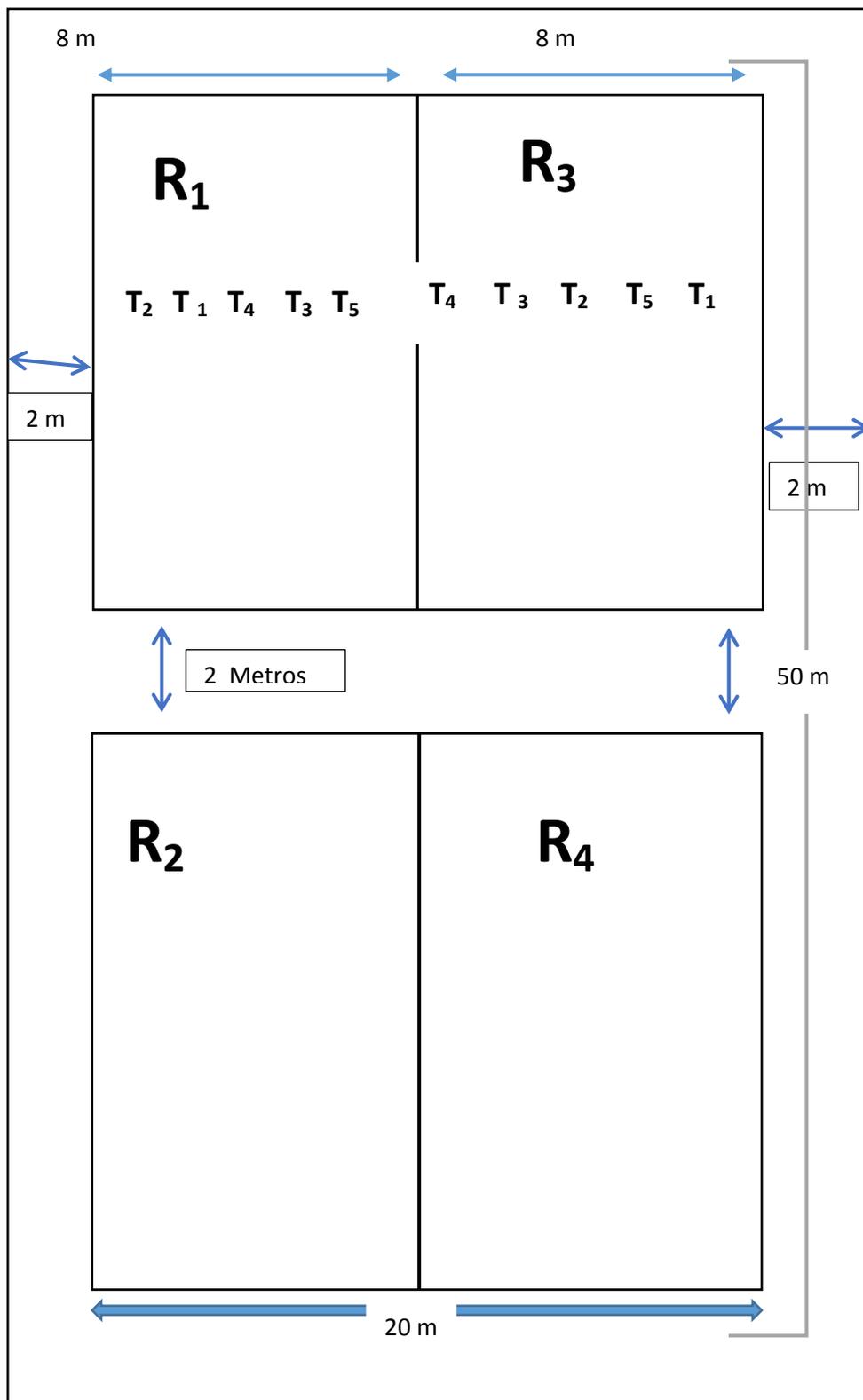
### 3.5.3 DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

La unidad experimental fue un camellón que constituye un tratamiento separado a 1,5 metros para un área de 30 m<sup>2</sup>. El área útil 15 m<sup>2</sup> correspondientes a 10 metros de largo por el ancho de la cama 1,5 m. La siembra se realizó a doble hilera, la

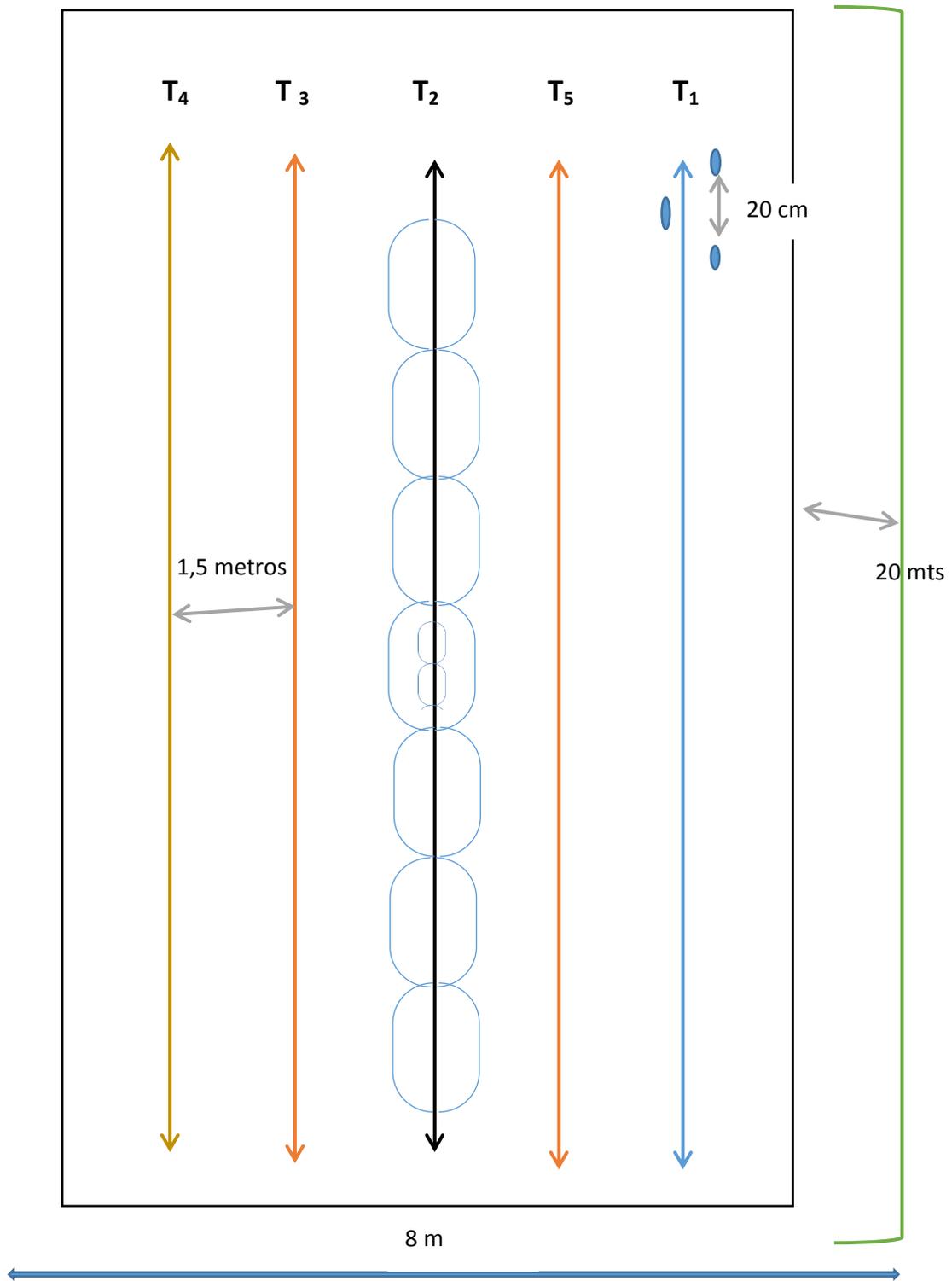
distancia entre plantas en cada hilera es de 0,2 m, originando una población de 66667 plantas por hectáreas.

**Cuadro 16. Delineamiento experimental**

Diseño experimento	Bloque completamente al azar
Tratamientos	5
Repeticiones	4
Total de unidades experimentales	20
Distancia entre hileras	1,5 m
Distancia entre plantas	0,2 m
Área de las parcelas	30 m <sup>2</sup>
Área útil de la parcela	15 m <sup>2</sup>
Área del bloque	150 m <sup>2</sup>
Área útil del bloque	75 m <sup>2</sup>
Número de plantas por sitio	1 planta
Número de plantas por hileras	100 plantas
Número de hileras por cama	2 hileras
Número de plantas por cama	200 plantas
Distancia entre bloques	1,5 m
Distancia del borde experimental	3 m
Número de plantas por bloques	1000 plantas
Número de plantas por experimento	4000 plantas
Número de plantas por hectárea	66667 plantas
Área útil del experimento	300 m <sup>2</sup>
Área neta del experimento	600 m <sup>2</sup>
Área total del experimento	759 m <sup>2</sup>



**Figura 3.** Distribución de parcelas y tratamientos.



**Figuras 4.** Diseño de la parcela.

## **3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **3.6.1 PREPARACIÓN DEL SUELO**

La preparación del terreno se la realizó con dos pases de romplow y uno de rastra. Con la finalidad de que quedara el suelo completamente mullido. Luego se elaboraron las camas donde se procedió a la siembra, mediante el empleo de espeque.

### **3.6.2 SIEMBRA**

La Siembra se realizó a doble hilera por línea de riego, a una semilla por sitio a 20 cm entre plantas.

### **3.6.4 CONTROL DE MALEZAS**

El desmalezado se realizó de forma manual utilizando machete y azadón de acuerdo a la incidencia de malezas.

### **3.6.5 CONTROL FITOSANITARIO**

No se presentaron enfermedades en el cultivo. El insecto plaga que atacó al cultivo fue el gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* *Jesmith*, que fue controlado con Cipermetrina en dosis de 200 ml/ha realizado rotaciones con Clorpirifos 350 ml/ha y Profanados-Br-clorofenil 300 ml/ha

### **3.6.6 FERTILIZACIÓN**

La fertilización se realizó en base a las necesidades del cultivo considerando el análisis de suelo. En el Cuadros 17 aparece la dosis de fertilización que se utilizó: N 150 kg/ha; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 80 kg/ha; K<sub>2</sub>O 120 kg/ha, las fuentes fertilizantes

fueron MAP, Sulfato de potasio y nitrato de amonio muestran la fertilización por repetición.

**Cuadro 17. Dosis fertilizantes por repetición**

Tratamientos	Map (kg)	Sulfato de Potasio (kg)	Nitrato de potasio (Kg)	Nitrato de amonio (kg)
T <sub>1</sub> 40 %	9,23	7,20	7,83	25,66
T <sub>2</sub> 760 %	9,23	7,20	7,83	25,66
T <sub>3</sub> 80 %	9,23	7,20	7,83	25,66
T <sub>4</sub> 100 %	9,23	7,20	7,83	25,66
T <sub>5</sub> 120 %	9,23	7,20	7,83	25,66
Total	46,15	36,00	39,13	128,29

### 3.6.7 DESHIERBE

Se realizó cuatro veces de forma mecánica. Los controles se realizaron a los 15, 35, 55 y 85 días después de realizada la siembra, utilizando machete como herramientas principal.

### 3.6.8 RIEGO

Se utilizó el sistema de riego por goteo, con goteros de 1,8 L/h, espaciados a 0,3 metros. La cantidad de agua utilizada en el cultivo se determinó de acuerdo a las láminas aplicadas en los tratamientos del experimento:

T<sub>1</sub> = 40 % de la tasa de evapotranspiración

T<sub>2</sub> = 60 % de la tasa de evaporación

T<sub>3</sub> = 80 % de la tasa de evaporación

T<sub>4</sub> = 100 % de la tasa de evaporación

T<sub>5</sub> = 120 % de la tasa de evaporación

La lámina de riego se calculó mediante la expresión.

$$d = \frac{Etv * Kt * Kc * T}{RL * CUD}$$

d	= Lámina de riego (mm/día)
Etv	= Tasa de evaporación medida en la tina clase A(mm/día)
Kp	= Coeficiente de tina (adimensional)
Kl	= Coeficiente de localización para riego localizado
Kc	= Coeficiente del cultivo (adimensional)
T	= Tratamientos en porcentajes (40%, 60%, 80%, 100%, 120%.)
FL	= Fracción de lavado
CUD	= Coeficiente de uniformidad de distribución del riego(%)

### 3.6.8.1 Evaporación de la tina clase A (Etv)

La tina de evaporación clase A se colocó sobre un palé de madera de 130 cm, y de 15 cm, de altura. Se llenó de agua hasta 2 cm por debajo del borde, y se construyó un cerco con malla alrededor de la tina, para evitar el acceso de los animales, personas, etc.

Las lecturas se realizaban diariamente, a las 07:H00, para determinar la cantidad de agua evaporada, para el efecto se utilizó una regla y se midió en centímetros.

### 3.6.8.2 Determinación del coeficiente de tina (Kp)

El coeficiente de tina (Kp), se determinó a través de la fórmula detallada en el Manual 56 Riego y Drenaje de la FAO (ALLEN *et al*, 2006): se tomaron las medidas de las temperaturas del termómetro seco y del termómetro húmedo determinando la media de la HR, la dirección del Viento elevado al cuadrado y la distancia del borde, a través de la siguiente fórmula.

$$Kp = 0,61 + 0,00341492 - 0,00016292 - 0,00000959210 \\ + 0,003274 \text{Ln}(\text{BORDE}) - 0,00289U_2 \text{Ln}(86,4U_2) \\ - 0,0106 \text{Ln}(86,4U_2) \text{Ln}(\text{BORDE}) \\ + 0,00063[\text{Ln}(\text{BORDE})]^2 \text{Ln}(86,4U_2)$$

Kp: coeficiente del tina

u<sub>2</sub>: velocidad promedio diaria del viento a 2 m altura

HR: media humedad relativa media diaria

BORDE: borde o distancia al borde de la superficie identificada.

### 3.6.8.3 Coeficiente de localización para riego localizado (Kl)

El coeficiente de localización del riego, se obtuvo según la fórmula de Kéller karmelli (1974).

$$Kl = A + 0,15 (1-A)$$

Siendo A la fracción de área sombreada; se utilizó el porcentaje para hortalizas entre 70 a 80 %, se tomó 70 %. El resultado es 0,75. Según criterio de (Hernández Abreu J.M. 1982).

$$Kl = A + 0,15 (1-A)$$

$$Kl = 0,70 + 0,15(1-0,70)$$

$$Kl = 0,75$$

### 3.6.8.4 Coeficiente del cultivo (Kc)

Los coeficientes de cultivo para las diferentes etapas de desarrollo del cultivo de maíz, se tomó y ajusto según la metodología descrita en el Manual 56 de Riego y Drenaje de la FAO (Allen *et al*, 2006).

El K<sub>c</sub> para la etapa inicial se calculó mediante la fórmula:

$$Kc_{ini} = fw \cdot Kc_{ini}$$

$$Kc_{ini} = 0.4 \times 0.80$$

$$Kc_{ini} = 0,32$$

El K<sub>c</sub> para la etapa medio se calculó mediante la fórmula:

$$Kc_{med} = Kc_{med} + [0,04(u_2 - 2) - 0,004(HR_{min} - 45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0,3}$$

$$K_{c \text{ med}} = 1,15 + (0,04*(2-2) - 0,004*(92-45)) (2,45/3)^{0,3}$$

$$K_{c \text{ med}} = 1,03$$

Dónde:

$K_{c \text{ med}} = 1,15$  valor de  $K_{c \text{ med}}$  obtenido del cuadro 12, Manual 56 de Riego y Drenaje de la FAO (Allen *et al*, 2006).

$u_2 = 2$  valor medio diario de la velocidad del viento a 2 m de altura m s-1

$HR_{\text{min}} = 92$  valor medio diario de humedad relativa.

$H =$  altura media de las plantas durante la etapa de mediados del maíz.

El  $K_c$  para la etapa final se calculó mediante la fórmula:

$$K_{c \text{ fin}} = K_{c \text{ fin}} + [0,04(u_2-2) - 0,004(HR_{\text{min}}-45)] \left(\frac{h}{3}\right)^{0,3}$$

$$K_{c \text{ fin}} = 0,85 + (0,04*(2-2) - 0,004*(92-45)) (2,45/3)^{0,3}$$

$$K_{c \text{ fin}} = 0,71$$

Dónde:

$K_{c \text{ fin}} = 0,85$  valor de  $K_{c \text{ fin}}$  obtenido del cuadro 12, Manual 56 de Riego y Drenaje de la FAO (Allen *et al*, 2006).

$u_2 = 2$  valor promedio de la velocidad diaria del viento a 2 m de altura

$HR_{\text{min}} = 92$  valor promedio de humedad relativa.

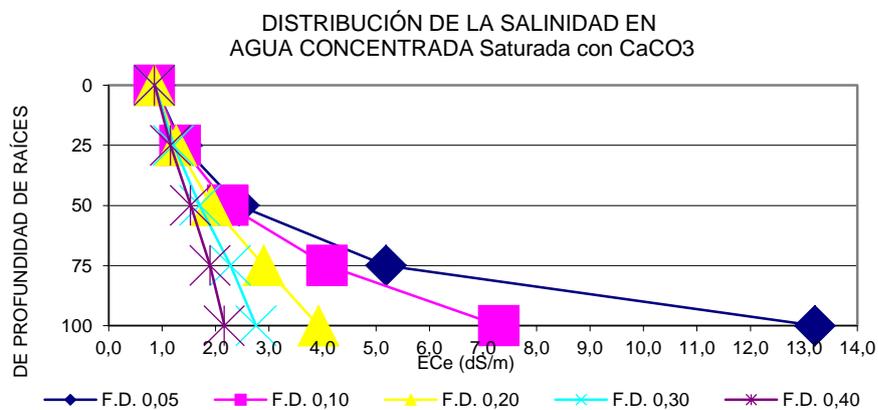
$H = 2,45$  m altura promedio de la planta durante la etapa final.

### 3.6.8.5 Fracción de lavado (Fl)

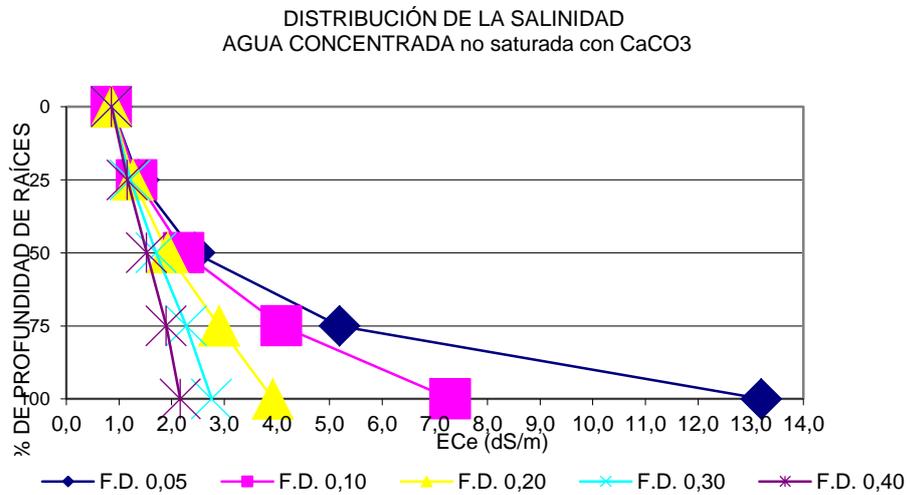
El resultado del análisis de agua la clasifica tipo C4S2, considerada como agua utilizable para el riego con precauciones, indicando que es un tipo de agua con salinidad media, apta para el riego. En ciertos casos puede ser necesario emplear volúmenes de agua en exceso y utilizar cultivos tolerantes a la salinidad.

Para determinar la fracción de drenaje, se utilizó el programa, CHEMEQ y WATSUIT. Según (HITDEXCAN 2012); Watsuit es un programa que calcula la composición química del agua en el suelo sobre la base de la composición del agua de riego y diversas prácticas de gestión, incluyendo: la lixiviación de fracción y adiciones enmiendas al agua. Al igual Chemeq Es un software con modelo de especificación química, que permite calcular la composición de la solución del suelo a diferentes contenidos de agua, densidad aparente y CO<sub>2</sub> teniendo en cuenta el equilibrio con la fase de intercambio del suelo, la calcita y el yeso, también permite calcular los coeficientes de selectividad y la composición de la fase de intercambio. Además, el modelo puede realizar la dilución y/o concentración del agua sin tener en cuenta las reacciones con el suelo.

En las figuras 5 y 6 de la distribución de la salinidad, se aprecian los resultados del análisis con el software de WATSUIT, indica una fracción de lavado equivalente al 20% de la dosis de riego, con una ECe 2,5 dS/m, para un potencial de producción de 90% determinando el parámetro tolerable de la conductividad eléctrica del agua de riego para el maíz 3,8 dS/m para que mantenga el potencial de 75% de producción, manifestando que es un cultivo moderadamente sensible a los problemas de la salinidad en el agua de riego (Mass y Hoffman 1977 y Cramer G 1994).

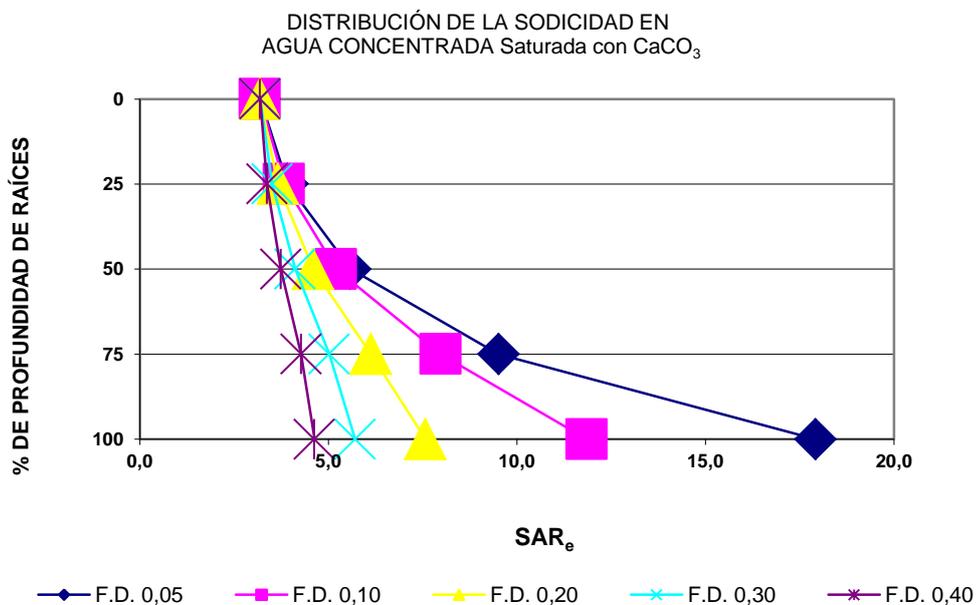


**Figura 5.** Distribución de la salinidad en agua concentrada saturada con CaCO<sub>3</sub>

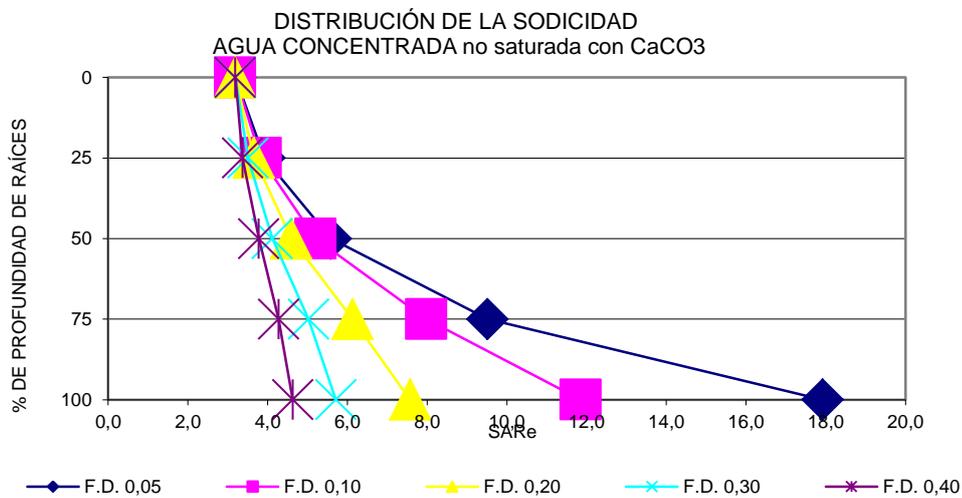


**Figura 6.** Distribución de la salinidad en agua concentrada no saturada con CaCO<sub>3</sub>

En la distribución de la sodicidad (figuras 7 y 8) tanto en agua concentrada saturada y no saturada con CaCO<sub>3</sub>, al analizar los resultados se aprecian los riesgos en el 75% profundidad de raíces, el SAR es de 6 meq/L, en la fracción de lavado de un 15 %. Según García A (2012), indica una SAR para el cultivo de maíz en un rango de 3,1 – 9 meq/ L.

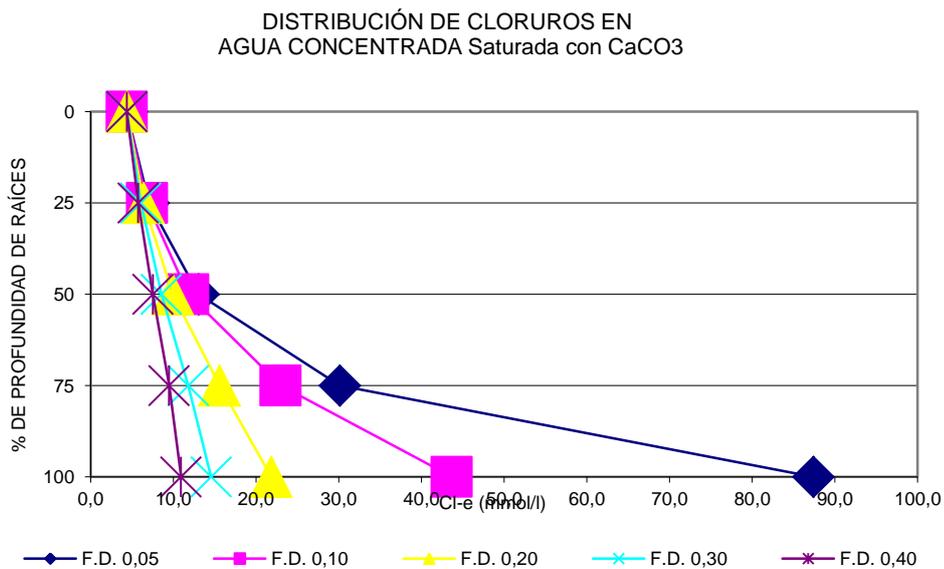


**Figura 7.** Distribución de la sodicidad en agua concentrada saturada con CaCO<sub>3</sub>



**Figura 8.** Distribución de la sodicidad en agua concentrada no saturada con CaCO<sub>3</sub>

El análisis por riesgo de cloruro, (fig. 9), indica el comportamiento de la distribución de cloruro en la profundidad efectiva de raíces en el 75%, para la fracción de lavado 20%, considerando los límites de tolerancia del cultivo recomendados por Palacios (1970) que estima los límites de cloruro para el maíz entre 355 - 710 mg/L (10 a 20 mmol/L).



**Figura 9.** Distribución de cloruros en agua concentrada saturada con CaCO<sub>3</sub>

La fracción de lavado analizados los riesgos de la toxicidad en el 75% de la profundidad efectiva de raíces corresponde al 20% de la dosis de riego del cultivo del maíz según datos analizados.

### 3.6.8.6 Coeficiente de uniformidad de distribución del riego (CUD).

Se seleccionaron 16 emisores de la tubería terciaria para calcular el CUD. Mediante un recipiente se recolectó el agua de los goteros seleccionados. Eligiendo los laterales más cercanos y más lejanos de la válvula de la tubería terciaria y los dos intermedios, en cada lateral se seleccionan 4 emisores siguiendo el mismo criterio, el más lejano de la toma del lateral y los dos intermedios, según criterio de Sevilla (2010), por un tiempo de 10 minutos y se derivó a litros por hora para el cálculo respectivo del CUD.

CUD = los caudales más bajos y la media de caudales promedio\*100

$$CUD = \frac{q_{25\%}}{q_{med}} \times 100 \quad CUD = \frac{172}{178} \times 100 = 96$$

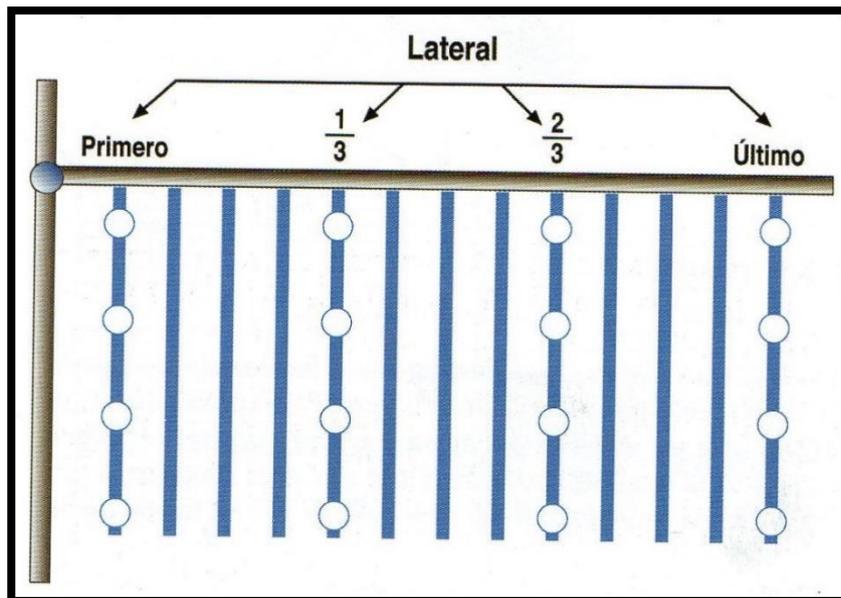


Figura 10. Laterales y emisores seleccionados para evaluar la subunidad de riego localizado.

**Cuadro 18. Coeficiente de uniformidad de distribución del riego (CUD).**

Goteros	Caudal Lph	goteros del cuartil inferior	caudales del cuartil inferior
1	1,87		
2	1,76		
3	1,74		
4	1,71		
5	1,81		
6	1,86		
7	1,78		
8	1,83		
9	1,76		
10	1,82		
11	1,84		
12	1,73		
13	1,75	14	1,7
14	1,70	4	1,71
15	1,79	12	1,73
16	1,78	3	1,74
promedio general	1.78	Promedio caudal bajos	1.720
	CUD	0.96	

### **3.6.9 COSECHA.**

La cosecha se realizó de forma manual, una vez cumplido el ciclo del cultivo; aproximadamente a los 120 días después de la siembra.

### **3.7 VARIABLES EXPERIMENTALES A EVALUAR**

Las variables experimentales que se tomaron en la presente investigación fueron las siguientes:

### **3.7.1 ALTURA DE PLANTA**

Se escogieron 10 plantas al azar del área útil de los tratamientos, los datos se tomaron a los 30, 60 y 90 días después de la siembra, las medidas fueron tomadas desde el suelo hasta el punto apical, los resultados se expresaron en centímetros.

### **3.7.2 DIÁMETRO Y LONGITUD DE ENTRE NUDOS**

Se tomaron 10 plantas al azar del área útil de cada tratamiento se midió el diámetro y longitud del segundo entre nudo medido a partir del final de las raíces adventicias, utilizando calibrador Vernier expresado en centímetros.

### **3.7.3 ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA**

Se evaluaron 10 plantas del área útil de las parcelas, medidos desde el suelo hasta el nudo de inserción de mazorca, expresado en centímetros.

### **3.7.4 PESO EN GRANOS DE MAZORCA**

En la variable peso en granos de mazorca se pesaron 10 mazorcas de cada tratamiento con una balanza en gramos.

### **3.7.5 RELACION GRANO-TUSA**

Esta variable se tomó para determinar el peso de semilla.

### **3.7.6 PESO DE 1000 SEMILLAS**

Se pesaron 1000 semillas de cada tratamiento del experimento de las diferentes, repeticiones expresado en gramos.

### **3.7.7 RENDIMIENTO POR HECTÁREA**

Se pesó la producción del área útil de cada tratamiento y se derivó a toneladas por Ha.

### **3.7.8 RENDIMIENTOS EN kg/m<sup>3</sup>**

Se determinó la producción obtenida en cada tratamiento y se relacionó con la cantidad de agua utilizada en los tratamientos.

## **3.8 ANÁLISIS ECONÓMICO**

Se realizó un análisis económico a fin de determinar beneficios mediante la tasa de retorno marginal y relación beneficio costo.

Para los cálculos de la tasa de retorno marginal se utilizó, la metodología del CIMMYT, la cual considera:

- Presupuesto parcial: rendimiento bruto, rendimiento ajustado, beneficio bruto, costos variables y beneficios netos.
- Análisis de dominancia: costos que varían y beneficios netos
- Análisis marginal (costos que varían, costos marginales, beneficios netos marginales, tasa de retorno marginal)
- Tasa de retorno mínima aceptable. Para el presente ensayo se consideró el 100%.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 RESULTADOS

#### 4.1.1 ALTURA DE PLANTA A LOS 30, 60 y 90 DÍAS

Los datos obtenidos en la variable altura de planta se muestran en el cuadro 19, según el análisis de la varianza de altura de planta a los 30, 60 y 90 días, presentan diferencias significativas entre los tratamientos.

La prueba de Tukey al 5% de error señala a los 30 días al T<sub>4</sub> con la mayor altura 93,48 cm a diferencia del T<sub>1</sub> con 81,93 cm. A los 60 días el mejor tratamiento fue el T<sub>5</sub> con 174,19 cm y la menor altura se determinó en el T<sub>1</sub> con 160,40 cm. Y finalizando esta variable a los 90 días se mostró el T<sub>5</sub> con 254,65 cm siendo el de mayor altura, y el menor fue el T<sub>1</sub> con 238,48 cm.

El coeficiente de variación fue de 4,06 %, 2,70 % y 0,6 respectivamente.

**Cuadro 19. Medias de los tratamientos, de la variable altura de planta.**

Tratamientos	Altura de planta a los 30 días		Altura de planta a los 60 días		Altura de planta a los 90 días	
	Media	Letra	Media	Letra	Media	Letra
T1 40%	81,93	b	160,4	b	238,48	d
T2 60%	86,43	a b	163,58	b	241,6	cd
T3 80%	92,48	a	167,3	a b	244	bc
T4 100%	93,48	a	169,95	a b	245,55	b
T5 120%	93,4	a	174,1	a	254,65	a

Medias con letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2 LONGITUD DEL SEGUNDO ENTRENUDO A LOS 90 DÍAS, cm.

El cuadro 20 del análisis de la varianza determina que hay diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación es de 2,19 %, estos resultados fueron corroborados con la prueba de Tukey al 5 % de error que presentó medias diferentes; en el tratamiento T<sub>5</sub> con 13,98 cm presentó la longitud de entre nudo del tallo más alto con respecto a T<sub>1</sub> con 12,35 cm que mostró el valor más bajo (Cuadro 21).

**Cuadro 20. Longitud de entre nudos (90 días)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Longitud de entre nudo	20	0,91	0,86	2,19

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,17	7	1,45	17,49	<0,0001
Repetición	4,07	3	1,36	16,32	0,0002
Tratamiento	6,1	4	1,53	18,36	<0,0001
Error	1	12	0,08		
Total	11,17	19			

**Cuadro 21. Análisis de medias de los tratamientos, longitud del segundo entrenudo a los 90 días (cm).**

Tratamientos	Medias
T1 40%	12,35 c
T2 60%	12,78 bc
T3 80%	13,2 bc
T4 100%	13,4 ab
T5 120%	13,98 a

Medias con letras comunes no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.2.1 DIÁMETRO DEL SEGUNDO ENTRENADO A LOS 90 DÍAS

El diámetro del segundo entrenado a los 90 días, según el análisis de la varianza (Cuadro 22) presentó diferencia significativa, ubicando el coeficiente de variación en 0,73%, así mismo la prueba de Tukey de las medias muestra al tratamiento T<sub>5</sub> 120% con 26,29 mm, como el de mayor diámetro y al T<sub>1</sub> obtuvo el menor promedio con 25,15 cm (Cuadro 23).

**Cuadro 22. Análisis de varianza de los tratamientos, diámetro del segundo entre nudo a los 90 días (mm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Diámetro de entre nudo	20	0,90	0,84	0,73

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3,78	7	0,54	15,24	<0,0001
Repetición	0,28	3	0,09	2,62	0,0992
Tratamiento	3,5	4	0,87	24,71	<0,0001
Error	0,42	12	0,04		
Total	4,2	19			

**Cuadro 23. Medias de los tratamientos, diámetro del segundo entre nudo a los 90 días (mm)**

Tratamientos	Medias
T1 40%	25,15 C
T2 60%	25,36 bc
T3 80%	25,59 B
T4 100%	25,65 B
T5 120%	26,39 A

Medias con una letras comunes no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

### 4.3 ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA, cm.

Los resultados obtenidos para la variable altura de inserción de mazorca expresados en cm, se detalla en el cuadro 24. Con el análisis de la varianza se encontró diferencias significativas entre los tratamientos. El coeficiente de variación 1 % y la media general 88,44 %

El tratamiento T5 91,58 cm el de mayor altura de inserción de mazorca, que corresponde al 120 % y el menor altura de inserción con el tratamiento T1 86,48 cm, según Tukey al 5% de significancia estadística.

**Cuadro 24. Análisis de la varianza, altura de inserción de mazorca a los 90 días (cm).**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Altura de inserción	20	0,89	0,82	1

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	75,07	7	10,72	13,59	0,0001
Repetición	1,72	3	0,57	0,73	0,5552
Tratamiento	73,35	4	18,34	23,24	<0,0001
Error	9,47	12	0,79		
Total	84,55	19			

**Cuadro 25. Medias de los tratamientos, altura de inserción de mazorca a los 90 días (cm).**

Tratamientos	Medias	
T1 40%	86,48	c
T2 60%	86,55	c
T3 80%	88,38	bc
T4 100%	89,1	b
T5 120%	91,68	a

Medias con letras comunes no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.4 PESO DE MAZORCA (g)

El análisis de la varianza (Cuadro 26) muestra que las medias poblacionales son diferentes, el coeficiente de variación fue 3,46 % con una media general 17,8 g.

Los promedios del peso de mazorca, se muestran en el cuadro 30 expresados en gramos. El tratamiento T<sub>4</sub> obtuvo el mayor promedio con 191,85 g y el menor promedio corresponde al tratamiento T<sub>1</sub> con 164,53 g al 5 % de probabilidad de error mediante la prueba de Tukey presentando dos grupos estadísticos. (Cuadro 27).

**Cuadro 26. Análisis de la varianza, peso de mazorca (g).**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso De Mazorca	20	0,87	0,79	3,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3017,87	7	431,12	11,35	0,0002
Repetición	265,68	3	88,56	2,33	0,1258
Tratamiento	2752,19	4	688,05	18,12	0,0001
Error	455,75	12	37,98		
Total	3473,63	19			

**Cuadro 27. Análisis de medias de los tratamientos, peso de mazorca (g).**

Tratamientos	Medias
T1 40%	164,53 b
T2 60%	165,08 b
T3 80%	179,4 a
T4 100%	191,85 a
T5 120%	190,08 a

Medias con letras comunes no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.5 RELACIÓN GRANO – TUSA

En el cuadro 28 el análisis de la varianza no muestra diferencia significativa entre los tratamientos, la prueba de Tukey al 5 % de probabilidad señala medias poblacionales iguales. Obteniendo el mayor puntaje en la relación grano – tusa en el tratamiento T<sub>5</sub>.

**Cuadro 28. Análisis de la variable relación grano – tusa**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Relación Grano – Tusa	20	0,41	0,06	8,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1,52	7	0,22	1,18	0,3801
Repetición	0,7	3	0,23	1,28	0,3255
Tratamiento	0,82	4	0,2	1,11	0,3961
Error	2,2	12	0,18		
Total	3,72	19			

#### 4.6 PESO DE 1 000 SEMILLAS (g)

El análisis de la varianza (Cuadro 29) determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, es decir las medias poblacionales son iguales al 5 % de probabilidad de error con la prueba de Tukey, con un coeficiente de variación es 7,44%

Siendo el tratamiento T<sub>2</sub> con mayor peso de 327,5 gr y el T<sub>1</sub> con 318 gr de menor peso.

**Cuadro 29. Análisis de la varianza, peso de 1 000 semillas (g).**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 1000 semillas	20	0,22	0	7,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1900,9	7	271,56	0,48	0,8339
REPETICIÓN	1366,6	3	455,53	0,8	0,5176
TRATAMIENTO	534,3	4	133,58	0,23	0,9136
Error	6836,9	12	569,74		
Total	8737,8	19			

#### 4.7 PRODUCCIÓN EN TONELADAS POR HECTÁREA

El análisis de la varianza de la producción en toneladas por hectárea (Cuadro 30), muestra alta diferencia significativa entre las variantes de riego, y coeficiente de variación de 3,43 %.

El análisis de la medias (Cuadro 31) mostró diferencias significativas entre los tratamientos con la prueba de Tukey al 5 % de significancia estadística, la misma que señala tres grupos estadísticos, los tratamientos T<sub>4</sub> con 13,96 y T<sub>5</sub> con 13,82 t/ha, presentaron los mayores rendimientos; los de menor rendimiento fueron T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> con producciones de 11,85 11,95 y 12,87 t/ha respectivamente.

**Cuadro 30. Análisis de la varianza, producción en kg/ha.**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Promedio Toneladas Ha.	20	0,88	0,8	3,43

Análisis de la Varianza (SC tipo I)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16532056,8	7	2361722,4	12,07	0,0001
Repetición	887835,91	3	295945,3	1,51	0,2615
Tratamiento	15644220,9	4	3911055,22	19,99	<0,0001
Error	2347938,27	12	195661,52		
Total	18879995,1	19			

**Cuadro 31. Análisis de medias de los tratamientos, producción en t/ha.**

Tratamientos	Medias
T1 40%	11,8580481 d
T2 60%	11,9902134 cd
T3 80%	12,8742046 cc
T4 100%	13,9661937 a
T5 120%	13,8275284 ab

Letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

#### 4.8 EFICIENCIA DEL USO DEL AGUA EN $\text{kg/m}^3$

Los volúmenes de agua aplicada para el T<sub>5</sub> 120 % de la evapotranspiración consumió 4 135 m<sup>3</sup> y produjo 13 827 kg/ha y eficiencia de 3,34 kg/m<sup>3</sup>, así mismo en el T<sub>4</sub> %, es de 3 446 kg/ha y una eficiencia de 4,05 kg/m<sup>3</sup>, en el mismo cuadro se puede apreciar que la eficiencia para el T<sub>3</sub> 80 % es de 2 757 m<sup>3</sup> con producción de 12 874 kg/ha y eficiencia de 4,67 kg/m<sup>3</sup>, en el T<sub>2</sub> 60 % es de 2 068 m<sup>3</sup> para una producción de 11 990 kg/ha con una eficiencia de 5,80 kg/m<sup>3</sup> y para el T<sub>1</sub> 40 % es de 1378 m<sup>3</sup> para una producción de 11 858 kg/ha con una eficiencia de 8,60 kg/m<sup>3</sup>. (Cuadro 32).

**Cuadro 32. Eficiencia del agua aplicada al maíz en Icera, Santa Elena**

Tratamientos	Volumen de agua aplicada m <sup>3</sup>	Producción kg/ha	Eficiencia kg/m <sup>3</sup>
T <sub>1</sub> - 40 %	1378	11858	8,60
T <sub>2</sub> - 60 %	2068	11990	5,80
T <sub>3</sub> - 80 %	2757	12874	4,67
T <sub>4</sub> - 100 %	3446	13966	4,05
T <sub>5</sub> - 120 %	4135	13827	3,34

#### **4.9 PROGRAMACIÓN DE RIEGO**

La evaporación medida en la tina clase A fue de 545 mm y sirvió de base para la programación del riego.

Para la programación de riego (Cuadro 7A) se realizó en base a los diferentes factores, tratamientos, evaporación, coeficiente del cultivo en sus diferentes etapas, el tiempo de riego y volumen de agua utilizado en cada ciclo de riego del cultivo del maíz (*Zea Mays L.*) en el T<sub>5</sub> el promedio general de la lámina aplicada bajo riego localizado por goteo es de 414 mm para un tiempo de riego de 103 horas, y el volumen de agua utilizada durante el ciclo del tratamiento fue de 4135 m<sup>3</sup>/ha, en el T<sub>4</sub> la lámina aplicada bajo riego por goteo fue de 345 mm y tiempo de riego de 86 horas, el volumen de agua utilizada durante el ciclo fue de 3 446 m<sup>3</sup>/ha, en el T<sub>3</sub> la lámina aplicada por día fue de 276 mm, con un tiempo de riego de 69 horas, y 2 757 volumen de m<sup>3</sup>/ha. Así mismo para el T<sub>2</sub> se aplicó una lámina por día de 207 mm con un tiempo de riego de 52 horas, y un volumen de 2 068 m<sup>3</sup>/ha, y para el T<sub>1</sub> la lámina aplicada fue de 138 mm, con tiempo de riego de 34 horas, y volumen de agua utilizada de 1 378 m<sup>3</sup>/ha.

#### **4.10. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS**

El análisis económico según la metodología del CIMMYT, considera el análisis del presupuesto parcial que muestra los beneficios obtenidos en cada uno de los tratamientos considerando un ajuste de la producción en 10% donde el tratamiento del 100% de la evapotranspiración alcanzó 12569 kg/ha, el precio del producto en finca es de \$ 18 según precio oficial del mercado, el costo de cosecha se enmarca en 1,5 dólares por cada saco de 45 kg cosechado obteniendo un beneficio bruto de \$ 4748,44, por otra parte los costos que varían son los costos de los tratamientos estos se incrementaron a medida que se aumentó el volumen de agua aplicada, es así que el mejor beneficio neto lo alcanzó el tratamiento cuatro con \$ 4689,63 (Cuadro 33).

**Cuadro 33. Presupuesto parcial del experimento.**

Tratamiento	Rend kg/ha	Rend ajustado 10%	Rend en sacos de 45 kg	Precio de venta saco de 45 kg	Costo de cosecha usd/50kg	Beneficio bruto	Costos que varían	Beneficio neto
T1 40%	11858	10672	237	18	1,5	4031,72	23,53	4008,19
T2 60%	11990	10791	240	18	1,5	4076,60	35,29	4041,31
T3 80%	12874	11587	257	18	1,5	4377,16	47,05	4330,11
T4 100%	13966	12569	279	18	1,5	4748,44	58,81	4689,63
T5 120%	13827	12444	277	18	1,5	4701,18	70,58	4630,60

El análisis de dominancia (Cuadro 34) se determinó en función de los costos que varían ordenados de manera ascendente. Bajo este concepto el tratamiento T5, es dominado por los demás tratamientos, pues los beneficios de los tratamientos 1, 2, y 3 se comportan de manera ascendente hasta el tratamiento T4 \$ 4689,63.

**Cuadro 34. Análisis de dominancia.**

Tratamiento	Costos que varían	Beneficio neto
T1 40%	23,53	4008,19
T2 60%	35,29	4041,31
T3 80%	47,05	4330,11
T4 100%	58,81	4689,63
T5 120%	70,58	4630,60 D

El análisis de retorno marginal (Cuadro 35), muestra una tasa de retorno marginal de 281% en el tratamiento de 60%, para el 80% de la evapotranspiración la tasa se ubica en 2455% y para el 100% en 3056% valores superiores a la tasa mínima aceptable planteada en 100%.

**Cuadro 35. Análisis de retorno marginal.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Costos que varían</b>	<b>Costos marginales</b>	<b>Beneficio neto</b>	<b>Beneficios netos marginales</b>	<b>Tasa de retorno marginal</b>	<b>Tasa de retorno mínima aceptable</b>
T1 40%	23,53	23,53	4008,19			
T2 60%	35,29	11,76	4041,31	33,12	281,6	100
T3 80%	47,05	11,76	4330,11	288,80	2455,2	100
T4 100%	58,81	11,76	4689,63	359,52	3056,5	100

El análisis económico según la relación beneficio costo, plantea el uso de los rubros del presupuesto parcial y los insumos, equipos, así como la mano de obra utilizada en el proceso productivo, además de los costos administrativos y financieros.

En el cuadro 36 se detalla el presupuesto parcial y los costos que varían de cada uno de los tratamientos, obteniendo el costo parcial USD, los costos administrativos se sitúan en 5 % de los costos totales, los costos financieros al 12 % sumado esto se obtienen los costos totales USD. El costo del agua se consideró de \$ 0,05 centavos de dólares por m<sup>3</sup>, el costo del equipo de riego se depreció linealmente a cinco años y dos cosecha por año, generando la relación beneficio/costo, para el tratamiento T<sub>4</sub> 100 % 2,034, y T<sub>5</sub> 120 % 2,00 dólares, siendo los de mejor rendimiento en cuanto a la producción, mientras el tratamiento T<sub>3</sub> 80 %, con 1,889 dólares, los T<sub>1</sub> 40 % y T<sub>2</sub> 60 % 1,77 dólares.

**Cuadro 36. Presupuesto parcial de análisis económico**

RELACIÓN BENEFICIO COSTO								
Labores / Actividades	Unidad	Cantidad.	Costo unit.	T1	T2	T3	T4	T5
1. Análisis de Laboratorio	Análisis	1	250	250	250	250	250	250
2. Preparación de suelo								
Arada	horas	2	50	100	100	100	100	100
Rastrada	horas	2	50	100	100	100	100	100
3. Semilla								
Maíz	saco 25/kg	1	150	150	150	150	150	150
4. Fertilización								
MAP	sacos/50 kg	3	39	117	117	117	117	117
Sulfato de potasio	sacos/25 kg	5	35	175	175	175	175	175
Nitrato de amonio	sacos/50 kg	8	30	240	240	240	240	240
5. Control de malezas								
Insecticidas	lt	4	15	60	60	60	60	60
7. Mano de obra	Jornal	3	354	1062	1062	1062	1062	1062
8. costo de agua	m3	0,05		39,2	58,8	78,4	98	117,65
9. Equipo de riego	equipo	1	3500	350	350	350	350	350
10. Costo parcial Usd.				2643,20	2662,80	2682,40	2702,00	2721,65
11. Costos administrativos	5%			132,16	133,14	134,12	135,10	136,08
12. Costo financiero	12%			333,04	335,51	337,98	340,45	342,93
<b>13. COSTOS TOTALES Usd</b>				<b>3108,40</b>	<b>3131,45</b>	<b>3154,50</b>	<b>3177,55</b>	<b>3200,65</b>
11. Beneficio bruto en campo				5488,56	5549,66	5958,82	6464,26	6399,93
<b>Relación beneficio/costo</b>				<b>1,77</b>	<b>1,77</b>	<b>1,889</b>	<b>2,034</b>	<b>2,000</b>

## 4.2 DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se considera:

El mejor promedio de altura de planta lo obtuvo el tratamiento T5 con un valor de 254,65 cm, estos concuerdan con lo reportado por SANTOS (2015), que encontró altura promedio 265 cm, así mismo, VELÁSQUEZ (2011), reportó mediante un estudio del comportamiento agronómico de 15 híbridos de maíz amarillo (*Zea mays L.*), que el maíz AGRI 104, alcanza una altura de 2,45 m.

La media de los tratamientos en el diámetro de tallo fue de 25,6 mm, rangos que se encuentran dentro de lo reportado por BENAVIDEZ (2009) con promedios de 29,7 mm y el menor con 21.88.

En la variable relación grano – tusa no se encontré diferencia significativa, coincide con VALENZUELA (2010) que los tratamientos resultaron estadísticamente iguales entre sí aunque los promedios variaron de 5,10 a 3,7, en el estudio respuesta del maíz a un programa de fertilización en base a los resultados de análisis químico del suelo. Contrario a lo reportado por BAYAS (2014) que en encontró alta significancia estadística para los tratamientos.

En la altura de inserción de mazorca en el tratamiento 120% se obtuvo altura de 91,58 cm superior a lo reportado por FLORES (2012), quien reporta un valor de 0,80 m, siendo 80 cm el promedio de altura de inserción de la mazorca, usando el modelo Aquacrop, en el experimento simulación del rendimiento de maíz (*Zea mays L.*), en el norte de Sinaloa.

En el peso de mazorca el mayor peso promedio fue para T4 100% de la ETc con 191,85 gramos inferior a lo descrito en la referencia técnica del cultivo Interoc Custer, que sostiene peso promedio de 256 gramos.

En lo concerniente al peso de las 1000 semillas no se vieron influenciadas por los tratamientos, no hubo diferencias significativas; sin embargo el peso promedio fue de 321 gramos, a diferencia de lo expuesto por Marozzi (2006), que encontró peso medio de 270 gramos.

En la variable de la producción, la lámina 100% obtuvo el promedio más alto 13,96 t/ha, de producción, superior a lo expuesto por Zamora (2010), que obtuvo 9.271 t/ha, con el 100% de la evaporación, en el experimento del hídrico del maíz en una zona árida, determinado en porcentajes de evaporación, y menor a Sifuentes (2014) que obtuvo un rendimiento de 15.6 t/ha.

El tratamiento 100% de la evaporación obtuvo un volumen hídrico de 3 446 m<sup>3</sup>/ha durante el ciclo del cultivo, estos parámetros se corresponden con los valores reportados por Zamora (2011), en estudio en Régimen Hídrico del Maíz en una Zona Árida, demostrando para el cultivo de maíz, al 100 % de la evaporación equivalente a un volumen de agua de 4 094 m<sup>3</sup>/ha.

En relación a la eficiencia de uso de agua en el experimento en el periodo fenológico alcanzó valores comprendidos de 4,05 kg/m<sup>3</sup> entre el inicio y fin de la cosecha con relación con la mejor producción, estos resultados difieren de los obtenidos por Revertti (2006), al evaluar la producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario, no mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos, obteniéndose un valor promedio para este híbrido de 2,7 kg/m<sup>3</sup> de agua consumida.

La eficiencia del uso del agua fue de 4,05 kg/m<sup>3</sup> generando 13,96 t/ha con la lámina de 100% de evapotranspiración, superior por lo manifestado por Zamora (2011), indicando que obtuvo una eficiencia de agua de 2.96 kg/m<sup>3</sup>, con lámina de 100% produciendo 9.27 t/ha.

El análisis económico según la metodología de CIMMYT y la relación beneficio costo, señalan al tratamiento 100% como el de mayor beneficio económico con tasa de retorno marginal de 3056,5%, con una utilidad de 1,03 dólar, por cada dólar invertido, la relación beneficio costo del proyecto que fue de 2,03 dólares.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

Los tratamientos se vieron influenciados significativamente en las variables agronómicas del cultivo, en altura de planta el promedio se mantuvo en 244,86 centímetros, en el diámetro y longitud de entrenudo destaca el tratamiento 120% de la ETc con 13,14 y 2,64 centímetros respectivamente.

En peso de mazorca no mostró diferencia significativa en los tratamientos de 80, 100 y 120 de la ETc el promedio más alto fue para el 100% con 191,85 gramos. En la variable relación grano-tusa no hubo diferencia significativa el promedio es de 5,30

La mejor producción la obtuvo el tratamiento de 100% evapotranspiración con un rendimiento de 13,96 t/ha.

El tratamiento del 100% generó una lámina de reposición de riego de 345 mm para un volumen de aplicación de 3446 m<sup>3</sup>/ha y eficiencia de uso de agua de 4,05 kg/m<sup>3</sup>

El análisis económico determina al tratamiento de 100% como el de mejor beneficio económico con tasa de retorno marginal de 3056,5% y relación beneficio costo de \$2,034 para una utilidad de 1,03 dólares por cada dólar invertido.

### **RECOMENDACIONES**

Utilizar láminas de riego con el 100% de evapotranspiración, con sistema de riego por goteo en la comuna Cerezal Bellavista.

Probar nuevas variedades de híbridos de maíz con láminas de riego en la comuna Cerezal Bellavista.

## **BIBLIOGRAFIA**

ALDRICH, S. Y LONG M. 1994. Producción moderna del maíz. Agencia para el Desarrollo Internacional (A I D). México, Buenos Aires. Consultado el 05 de diciembre del 2014. Disponible en:  
<http://ingenieria.uaslp.mx/web2010/Estudiantes/apuntes/Apuntes%20de%20Riego%20y%20Drenaje%20v.2.pdf>

ALLEN, R. 2006. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos (Vol. 56). Food & Agriculture Org. Consultado el 31 de Julio 2015. Disponible en:  
[http://www.academia.edu/6456969/ESTUDIO\\_FAO\\_RIEGO\\_Y\\_DRENAJE](http://www.academia.edu/6456969/ESTUDIO_FAO_RIEGO_Y_DRENAJE)

ALLEN, RICARDO. PEREIRA, D RAES Y SMITH, M. 1998. Crop evapotranspiration guidelines for computing. Crop water requirements – fao irrigation and drainage paper 56. Consultado el 04 de noviembre del 2014. Disponible en: [www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm](http://www.fao.org/docrep/009/x0490s/x0490s00.htm).

ALOCÉN J. 2007. Manual práctico para el diseño de sistemas de minirriego. Programa especial para la seguridad alimentaria (PESA). Edición OCTUBRE DE 2007. Honduras.162 p. Consultado 01 de octubre del 2014. Disponible en: [http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/manual\\_de\\_riego.pdf](http://www.pesacentroamerica.org/biblioteca/manual_de_riego.pdf)

ALOCÉN J. 2007. Técnicas de riego. 3ª ed. Madrid, España. Ediciones Mundi-Prensa. 515 p. Consultado el 30 de agosto del 2013.

AMADOR A. y BOSCHINI C. 2000. Fenología productiva y nutricional de maíz para la producción de forraje. *Agronomía mesoamericana Costa Rica* 11(1): 171-177

AMARIS, C. Y QUIROS, J. 1996. Corporación colombiana de investigación agropecuaria. Actualidades Corpoica. Épocas de siembra para el cultivo de maíz de clima medio, p. 25 – 27.

ARAGÜÉS LAFARGA R.2011. Calidad del agua para el riego: efectos sobre plantas y suelos. Riego por aspersión. Huesca, Riegos del Alto Aragón, 18-23. Consultado el 28 de febrero del 2014. Disponible en: [http://digital.csic.es/bitstream/10261/39164/1/AraguesR\\_Cap-Monogr\\_Riegos%20Aspersion-2011.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/39164/1/AraguesR_Cap-Monogr_Riegos%20Aspersion-2011.pdf)

BARRERA R. 1984. Riego y drenaje.riego, Editorial Montserrat Primera edición.PAG 237.

BOUYOUCOS C.1990. .hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. *Agron. J.* 54:464-465.Consultado el 16 de noviembre del 2013. Disponible en: [http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Finta.gob.ar%2Fdocumentos%2Faspectos-de-la-evaluacion-y-el-manejo-de-los-suelos-en-la-region-semiarida-pampeana-1%2Fat\\_multi\\_download](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCkQFjAA&url=http%3A%2F%2Finta.gob.ar%2Fdocumentos%2Faspectos-de-la-evaluacion-y-el-manejo-de-los-suelos-en-la-region-semiarida-pampeana-1%2Fat_multi_download).

CADAHÍA, C. 2000. Fertirrigacion. Cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-prensa, Madrid. Consultado el 17 de noviembre del 2013. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=qB-qU2TyH00C&pg=PA71&lpg=PA71&dq=CADAH%C3%8DA,+C.+%282000%2>

9.+FERTIRRIGACION.+CULTIVOS+HORT%C3%8DCOLAS+Y+ORNAME  
N TALES.+

CANOVAS CUENCA J.1986. Calidad agronómica de las agua de riego. Experiencias del Laboratorio Agrario de Diputación Foral de Gipuzkoa. Consultado el 23 de mayo del 2014. Disponible en:  
<http://www.fraisoro.net/FraisoroAtariaDoku/recomencriteriosdeinterpretacionaguas.pdf>

CAZCO, C. 2006 Maíz Cultivos andinos. Clase tercer año de ingeniería agropecuaria. Universidad Técnica del Norte. Ibarra - Ecuador. Consultado el 10 de octubre del 2013. Disponible en:  
<http://dspace.pucesi.edu.ec/bitstream/11010/248/1/T72197.pdf>

CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO (CIMMYT) 2013. MAÍZ. Consultado el de 15 de noviembre del 2013. Disponible en <http://www.cimmyt.org/es/que-hacemos/investigación-sobre-maíz>

CESAR A. GASCA, JUAN C. MENJIVAR, Y ARMANDO TORRENTE TRUJILLO. 2011. Cambio en el porcentaje de sodio intercambiable (psi) y la relación de absorción de sodio (ras) de un suelo y la influencia en la actividad biomasa y microbiana. Consultado en 30 de mayo del 2015. Disponible en:  
<http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v60n1/v60n1a03>

CROSARA ALICIA (S.F) TEXTURA DEL SUELO. PRACTICO. Consultado el 10 de enero del 2015. Disponible en:  
<http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Practico%203.pdf>

DZUL, J. D. L. C. T., Jaramillo, G. R., Cohen, I. S., Barrié, C. T. L., & González, A. C. 2011. Diagnóstico y evaluación de sistemas de riego en el distrito 048 Ticul, Yucatán. Revista mexicana de ciencias agrícolas, Mexico (1),

5-18. Red Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Consultado 17 de junio del 2015. Pág. 5-18. ProQuest ebrary Consultado 17 de julio del 2015. Disponible en <http://site.ebrary.com/lib/upsesp/reader.action?docID=10647308>.

ESCUADERO G. 2010. Representante del instituto interamericano de cooperación para la agricultura en el salvador. Guía técnica del cultivo de maíz. Consultado el 10 de agosto del 2013. Disponible en: [http://www.iica.int/Eng/regiones/central/salvador/Documents/INFORME%20II%20CA%202010\\_OK\\_1%20%282%29.pdf](http://www.iica.int/Eng/regiones/central/salvador/Documents/INFORME%20II%20CA%202010_OK_1%20%282%29.pdf)

FLORES GALLARDO, H., OJEDA BUSTAMANTE, W., FLORES MAGDALENO, H., SIFUENTES IBARRA, E., & MEJÍA-SAÉNZ, E. 2013. Simulación del rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) en el norte de Sinaloa usando el modelo AquaCrop. *Agrociencia*, 47(4), 347-359.

FLORES-GALLARDO, H., SIFUENTES-IBARRA, E., FLORES-MAGDALENO, H., OJEDA-BUSTAMANTE, W., & RAMOS-GARCÍA, C. R. 2014. Técnicas de conservación del agua en riego por gravedad a nivel parcelario. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(2), 241-252.

FUSTER, E. 1974. BOTÁNICA. Editorial KAPELUSZ, Primera edición, Buenos Aires argentina. Consultado el 12 de julio del 2013. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/266/3/03%20AGP%2094%20TESIS.pdf>.

GALINDO XAVIER y SOTAMBA JOSÉ. 2014. Simulación de escenarios de consumo de agua en condiciones de agricultura tecnificada bajo riego en el proyecto PACALORI- PROVINCIA DE LOS RÍOS. Cuenca Ecuador. Consultado el 20 de octubre del 2014. Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20917/1/Tesis.pdf>

GARCÍA Á. 2012. Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. *Informaciones Agronómicas*, 27. Consultado el 30 de diciembre del 2014. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/B3BD103283DDD85257A2F005EF91B/\\$FILE/6%20Art.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialahp.nsf/0/B3BD103283DDD85257A2F005EF91B/$FILE/6%20Art.pdf)

GARCÍA F. 1980. Relaciones agua planta m.a.p. D.U.M.A. boletín no 5. Consultado el 17 de noviembre del 2013. Disponible en: <http://www.slideshare.net/Percy999/agua-en-el-suelo-15172962>.

GARCÍA, F. 2005. Imposos. Criterio para la fertilización de maíz. Jornada para la capacitación agropecuaria. Argentina. pág. 2

GONZÁLEZ, C. 2005. Proyecto estratégico de apoyo a la cadena productiva de los productores de maíz y frijol (PROMAF II). Consultado el 09 de agosto del 2013. Disponible en: [http://www.firco.gob.mx/POTTtransparencia/Documents/MemoriasDocumentales/firco\\_md\\_promaf09%20doc%20publico.pdf](http://www.firco.gob.mx/POTTtransparencia/Documents/MemoriasDocumentales/firco_md_promaf09%20doc%20publico.pdf).

IBARRA E. 2013. Agrosíntesis. Consultado el 25 de noviembre 2014. Disponible en: <http://agrosintesis.com>.

IBARRA, R. J., CONTRERAS, R. F., MARTÍNEZ, M. B., SÁNCHEZ, N. C., HERNÁNDEZ, G. N., & HERNÁNDEZ, G. O. 2007. Requerimientos hídricos y manejo del agua de riego en cultivos forrajeros. Consultado en 10 de febrero del 2015. Disponible en

INFOAGRO 2011. Cultivo de maíz. Descripción agronómica. Consultado el 13 de noviembre del 2013. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/maiz.htm>

INPOFOS. 2006. Cono sur potash and phosphate intitute. Universidad de Ciencias y Tecnología del Estado de Iowa. Como se desarrolla una Planta de Maíz. p. 5- 17.

JAIME CUBEROS EDERSON. 2010. Evaluación y clasificación de agua proveniente. Consultado el 24 de marzo del 2015. Disponible en: <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/7089/2/134433.pdf>.

ORDOÑEZ JULIO 2012. Balance hidrofrico superficial. Cartilla técnica. Consultado el 12 de abril del 2015. Disponible en: [http://www.gwp.org/Global/GWPSAm.Files/publicaciones/Varios/Balance Hídrico. pdf](http://www.gwp.org/Global/GWPSAm.Files/publicaciones/Varios/Balance_Hídrico.pdf)

PALESTINA, S. 2015. Sistema para programar y calendarizar el riego de los cultivos en tiempo real. Consultado el 24 de julio del 2015. Disponible en: [http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/2600/Servin\\_P a lestina\\_M\\_MC\\_Hidrociencias\\_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/2600/Servin_Pa%20lestina_M_MC_Hidrociencias_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PALOMINO V., K. 2009. Riego por goteo. Lima, PE. Macro. p 76-99. Consultado el 15 de noviembre del 2013. Disponible en: [repositorio.utm.edu.ec/.../AUTOMATIZACION%20DE%20UN%20SIST...](http://repositorio.utm.edu.ec/.../AUTOMATIZACION%20DE%20UN%20SIST...)

PAVÓN CHOCANO ANTONIO B. Instalación de riego por goteo en una parcela de maíz Anejo IV: Análisis de agua. Consultado el 12 de abril del 2015. Disponible en: Anejo [http://www.uclm.es/area/ing\\_rural/Proyectos/AntonioPavon/06-AnejoIV.pdf](http://www.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioPavon/06-AnejoIV.pdf)

PÉREZ-GUTIÉRREZ, A., PINEDA-DOPORTO, A., LATOURNERIE-MORENO, L., & Y CLAUDIO GODOY-ÁVILA, W. P. P. 2008. Niveles de evapotranspiración potencial en la producción de chile habanero. *Terra latinoamericana*, 26(1), 53-59.

PLASTER, E. J. 2000. *La ciencia del suelo y su manejo*. Editorial María Teresa Gómez– Mascareque Pérez. España. 419p. consultado el 05 de octubre del 2013. Disponible en: <http://books.google.com.ec/books?id=5owJ6JS0txAC&pg=PA57&lpg=PA57&dq=PLASTER,+E.+J.+2000.+LA+CIENCIA+DEL+SUELO+Y+SU+MANEJO>.

RIVETTI, A. R. 2006. Producción de maíz bajo diferentes regímenes de riego complementario en Río Cuarto, Córdoba, Argentina. I. Rendimiento en grano de maíz y sus componentes. *Revista FCA. UNCuyo*, 38, 25-36.

TERAN, G. 2008. Corrección del anteproyecto de tesis “comportamiento de tres híbridos de maíz duro (*Zea Mays* L.) Con cuatro niveles de fertilización en la parroquia la concepción cantón mira”. Consultado el de 13 de octubre del 2013.

Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/266/3/03%20AGP%2094%20TESIS.pdf>.

TROPICALCIS. 2010. Ficha técnica del híbrido de maíz agri 104 área de agro negocios. Consultado el 12 de enero del 2015- disponible en: [www.agri-nova.com](http://www.agri-nova.com)

VILLAFANE, R. 2011. Sosalriego: un procedimiento para diagnosticar los riesgos de sodificación y salinización del suelo con el agua de riego. Bioagro, 23(1), 57-64. Consultado el 26 de diciembre del 2014. Disponible en:<http://www.ucla.edu.ve/bioagro/Rev23%281%29/8.%20Sosalriego%20un%20procedimiento%20para%20diagnosticar.pdf>

VILLASANTE, A. L. 2009. El riego: fundamentos de su hidrología y su práctica. Eficiencia técnica en la utilización del agua de riego. Mundi-Prensa Libros. España. Pag. 132-143. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/upseps/detail.action?docID=10228041&p00=riego>

VÍNCES, V., ADEMAR, J., BRIONES, V., & XAVIER, E. 2013. comportamiento agronómico de quince híbridos de maíz amarillo zea mays l en el Valle del Rio Portoviejo.

VIÑEDO OLIVAR. 2009. Manual de buenas prácticas de riego. Propuestas de WWF para un uso eficiente del agua en la agricultura. Cítricos y fresa. Consultado. el 23 de noviembre del 2014. Disponible en: [http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas\\_practicas\\_de\\_riego.pdf](http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas_practicas_de_riego.pdf)

# ANEXOS

**Cuadros 1A. Altura de planta a los 30 días después de la siembra**

Altura de planta a los	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
30 días	20	0,75	0,61	4,06

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	486,24	7	69,46	5,27	0,0061
REPETICIÓN	59,48	3	19,83	1,5	0,2637
TRATAMIENTO	426,76	4	106,69	8,09	0,0021
Error	158,23	12	13,19		
Total	644,47	19			

**Cuadros 2A. Altura de planta a los 60 días después de la siembra**

Altura de planta a los	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
60 días	20,00	0,68	0,49	2,70

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	508,16	7,00	72,59	3,57	0,03
REPETICIÓN	50,27	3,00	16,76	0,82	0,51
TRATAMIENTO	457,89	4,00	114,47	5,63	0,01
Error	244,17	12,00	20,35		
Total	752,33	19,00			

**Cuadros 3A. Altura de planta a los 90 días después de la siembra**

Altura de planta a los	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
90 días	20	0,96	0,94	0,6

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	607,7	7	86,81	40,39	<0,0001
REPETICIÓN	13,87	3	4,62	2,15	0,1469
TRATAMIENTO	593,82	4	148,46	69,07	<0,0001
Error	25,79	12	2,15		
Total	633,49	19			

**Cuadro 4A. Relación grano – tusa.**

Tratamiento	Medias
T1 40%	5,25 a
T2 60%	5,35 a
T3 80%	4,93 a
T4 100%	5,43 a
T5 120%	5,52 a

Letras común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 5A. Peso de 1000 semillas.**

Tratamiento	Medias
T1 40%	318 a
T2 60%	327,5 a
T3 80%	323,25 a
T4 100%	312,5 a
T5 120%	323,25 a

Letras común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Cuadro 6A. Tabla meteorológica del Cenaim**

Meses	Tabla Meteorológica				
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Velocidad del viento	Punto de rocío PR
Nov - 2014	24,24	94	0,06	2,00	23,5
Dic - 2014	25,96	93	0,70	2,00	25,2
Ene - 2015	25,87	90	4,38	2,00	24,8
Feb- 2015	26,91	90	8,88	2,00	25,7
Promedio	24,745	91,75	3,505	2,00	24,8

**Cuadro 7A. Riego diario de la evapotranspiración de la tina clase A. Del cultivo de maíz (*Zea mays L.*) Icera -Santa Elena. 2015.**

FECHA	Evaporación en la Tina mm	Coeficiente de Tina Kp	Eva. Potencial Eto	Coeficiente de Cultivo Kc	Efecto de localización KL	Fracción de Lavado RL	Coeficiente de uniformidad de caudales CUC	TRATAMIENTO 40%			TRATAMIENTO 60%			TRATAMIENTO 80%			TRATAMIENTO 100%			TRATAMIENTO 120%		
								Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha
10/11/14	7	0,77	5,39	0,34	0,75	0,20	0,96	0,7	0,18	7	1,07	0,27	11	1,4	0,36	14	1,8	0,45	18	2,1	0,54	21
11/11/14	6	0,77	4,62	0,34	0,75	0,20	0,96	0,6	0,15	6	0,92	0,23	9	1,2	0,31	12	1,5	0,38	15	1,8	0,46	18
12/11/14	7	0,77	5,39	0,34	0,75	0,20	0,96	0,7	0,18	7	1,07	0,27	11	1,4	0,36	14	1,8	0,45	18	2,1	0,54	21
13/11/14	9	0,77	6,93	0,34	0,75	0,20	0,96	0,9	0,23	9	1,38	0,35	14	1,8	0,46	18	2,3	0,58	23	2,8	0,69	28
14/11/14	6	0,77	4,62	0,34	0,75	0,20	0,96	0,6	0,15	6	0,92	0,23	9	1,2	0,31	12	1,5	0,38	15	1,8	0,46	18
15/11/14	6	0,77	4,62	0,34	0,75	0,20	0,96	0,6	0,15	6	0,92	0,23	9	1,2	0,31	12	1,5	0,38	15	1,8	0,46	18
16/11/14	6	0,77	4,62	0,34	0,75	0,20	0,96	0,6	0,15	6	0,92	0,23	9	1,2	0,31	12	1,5	0,38	15	1,8	0,46	18
17/11/14	2	0,77	1,54	0,34	0,75	0,20	0,96	0,2	0,05	2	0,31	0,08	3	0,4	0,10	4	0,5	0,13	5	0,6	0,15	6
18/11/14	1	0,77	0,77	0,34	0,75	0,20	0,96	0,1	0,03	1	0,15	0,04	2	0,2	0,05	2	0,3	0,06	3	0,3	0,08	3
19/11/14	3	0,77	2,31	0,34	0,75	0,20	0,96	0,3	0,08	3	0,46	0,12	5	0,6	0,15	6	0,8	0,19	8	0,9	0,23	9
20/11/14	7	0,77	5,39	0,34	0,75	0,20	0,96	0,7	0,18	7	1,07	0,27	11	1,4	0,36	14	1,8	0,45	18	2,1	0,54	21
21/11/14	4	0,77	3,08	0,34	0,75	0,20	0,96	0,4	0,10	4	0,61	0,15	6	0,8	0,20	8	1,0	0,26	10	1,2	0,31	12
22/11/14	7	0,77	5,39	0,34	0,75	0,20	0,96	0,7	0,18	7	1,07	0,27	11	1,4	0,36	14	1,8	0,45	18	2,1	0,54	21
23/11/14	3	0,77	2,31	0,34	0,75	0,20	0,96	0,3	0,08	3	0,46	0,12	5	0,6	0,15	6	0,8	0,19	8	0,9	0,23	9
24/11/14	8	0,77	6,16	0,34	0,75	0,20	0,96	0,8	0,20	8	1,23	0,31	12	1,6	0,41	16	2,0	0,51	20	2,5	0,61	25
25/11/14	2	0,77	1,54	0,34	0,75	0,20	0,96	0,2	0,05	2	0,31	0,08	3	0,4	0,10	4	0,5	0,13	5	0,6	0,15	6
26/11/14	5	0,77	3,85	0,34	0,75	0,20	0,96	0,5	0,13	5	0,77	0,19	8	1,0	0,26	10	1,3	0,32	13	1,5	0,38	15
27/11/14	7	0,77	5,39	0,34	0,75	0,20	0,96	0,7	0,18	7	1,07	0,27	11	1,4	0,36	14	1,8	0,45	18	2,1	0,54	21

28/11/14	7	0,77	5,39	0,34	0,75	0,20	0,96	0,7	0,18	7	1,07	0,27	11	1,4	0,36	14	1,8	0,45	18	2,1	0,54	21
FECHA	Evaporación en la Tina mm	Coefficiente de Tina Kp	Eva. Potencial Eto	Coefficiente de Cultivo Kc	Efecto de localización KL	Fracción de Lavado RL	Coefficiente de uniformidad de caudales CUC	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego en horas	Volumen en m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen en m3/ha
29/11/14	7	0,77	5,39	0,34	0,75	0,20	0,96	0,7	0,18	7	1,07	0,27	11	1,4	0,36	14	1,8	0,45	18	2,1	0,54	21
30/11/14	1	0,77	0,77	0,40	0,75	0,20	0,96	0,1	0,03	1	0,18	0,05	2	0,2	0,06	2	0,3	0,08	3	0,4	0,09	4
01/12/14	7	0,77	5,39	0,40	0,75	0,20	0,96	0,8	0,21	8	1,26	0,32	13	1,7	0,42	17	2,1	0,53	21	2,5	0,63	25
02/12/14	2	0,77	1,54	0,40	0,75	0,20	0,96	0,2	0,06	2	0,36	0,09	4	0,5	0,12	5	0,6	0,15	6	0,7	0,18	7
03/12/14	4	0,77	3,08	0,40	0,75	0,20	0,96	0,5	0,12	5	0,72	0,18	7	1,0	0,24	10	1,2	0,30	12	1,4	0,36	14
04/12/14	15	0,77	11,55	0,40	0,75	0,20	0,96	1,8	0,45	18	2,71	0,68	27	3,6	0,90	36	4,5	1,13	45	5,4	1,35	54
05/12/14	5	0,77	3,85	0,51	0,75	0,20	0,96	0,8	0,19	8	1,15	0,29	12	1,5	0,38	15	1,9	0,48	19	2,3	0,58	23
06/12/14	5	0,77	3,85	0,51	0,75	0,20	0,96	0,8	0,19	8	1,15	0,29	12	1,5	0,38	15	1,9	0,48	19	2,3	0,58	23
07/12/14	2	0,77	1,54	0,51	0,75	0,20	0,96	0,3	0,08	3	0,46	0,12	5	0,6	0,15	6	0,8	0,19	8	0,9	0,23	9
08/12/14	9	0,77	6,93	0,51	0,75	0,20	0,96	1,4	0,35	14	2,07	0,52	21	2,8	0,69	28	3,5	0,86	35	4,1	1,04	41
09/12/14	5	0,77	3,85	0,51	0,75	0,20	0,96	0,8	0,19	8	1,15	0,29	12	1,5	0,38	15	1,9	0,48	19	2,3	0,58	23
10/12/14	7	0,77	5,39	0,63	0,75	0,20	0,96	1,3	0,33	13	1,99	0,50	20	2,7	0,66	27	3,3	0,83	33	4,0	0,99	40
11/12/14	7	0,77	5,39	0,63	0,75	0,20	0,96	1,3	0,33	13	1,99	0,50	20	2,7	0,66	27	3,3	0,83	33	4,0	0,99	40
12/12/14	8	0,77	6,16	0,63	0,75	0,20	0,96	1,5	0,38	15	2,27	0,57	23	3,0	0,76	30	3,8	0,95	38	4,5	1,14	45
13/12/14	2	0,77	1,54	0,63	0,75	0,20	0,96	0,4	0,09	4	0,57	0,14	6	0,8	0,19	8	0,9	0,24	9	1,1	0,28	11
14/12/14	2	0,77	1,54	0,63	0,75	0,20	0,96	0,4	0,09	4	0,57	0,14	6	0,8	0,19	8	0,9	0,24	9	1,1	0,28	11
15/12/14	8	0,77	6,16	0,74	0,75	0,20	0,96	1,8	0,44	18	2,67	0,67	27	3,6	0,89	36	4,4	1,11	44	5,3	1,33	53
16/12/14	4	0,77	3,08	0,74	0,75	0,20	0,96	0,9	0,22	9	1,33	0,33	13	1,8	0,44	18	2,2	0,56	22	2,7	0,67	27
17/12/14	8	0,77	6,16	0,74	0,75	0,20	0,96	1,8	0,44	18	2,67	0,67	27	3,6	0,89	36	4,4	1,11	44	5,3	1,33	53
18/12/14	6	0,77	4,62	0,74	0,75	0,20	0,96	1,3	0,33	13	2,00	0,50	20	2,7	0,67	27	3,3	0,83	33	4,0	1,00	40
19/12/14	9	0,77	6,93	0,74	0,75	0,20	0,96	2,0	0,50	20	3,00	0,75	30	4,0	1,00	40	5,0	1,25	50	6,0	1,50	60

20/12/14	5	0,77	3,85	0,85	0,75	0,20	0,96	1,3	0,32	13	1,92	0,48	19	2,6	0,64	26	3,2	0,80	32	3,8	0,96	38
21/12/14	5	0,77	3,85	0,85	0,75	0,20	0,96	1,3	0,32	13	1,92	0,48	19	2,6	0,64	26	3,2	0,80	32	3,8	0,96	38
22/12/14	5	0,77	3,85	0,85	0,75	0,20	0,96	1,3	0,32	13	1,92	0,48	19	2,6	0,64	26	3,2	0,80	32	3,8	0,96	38
FECHA	Evaporación en la Tina mm	Coefficiente de Tina Kp	Eva. Potencial Eto	Coefficiente de Cultivo Kc	Efecto de localización KL	Fracción de Lavado RL	Coefficiente de uniformidad de caudales CUC	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen en m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego en horas	Volumen en m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen en m3/ha
23/12/14	10	0,77	7,70	0,85	0,75	0,20	0,96	2,6	0,64	26	3,83	0,96	38	5,1	1,28	51	6,4	1,60	64	7,7	1,92	77
24/12/14	5	0,77	3,85	0,85	0,75	0,20	0,96	1,3	0,32	13	1,92	0,48	19	2,6	0,64	26	3,2	0,80	32	3,8	0,96	38
25/12/24	4	0,77	3,08	1,10	0,75	0,20	0,96	1,3	0,33	13	1,98	0,50	20	2,6	0,66	26	3,3	0,83	33	4,0	0,99	40
26/12/14	11	0,77	8,47	1,10	0,75	0,20	0,96	3,6	0,91	36	5,46	1,36	55	7,3	1,82	73	9,1	2,27	91	10,9	2,73	109
27/12/14	7	0,77	5,39	1,10	0,75	0,20	0,96	2,3	0,58	23	3,47	0,87	35	4,6	1,16	46	5,8	1,45	58	6,9	1,74	69
28/12/14	8	0,77	6,16	1,10	0,75	0,20	0,96	2,6	0,66	26	3,97	0,99	40	5,3	1,32	53	6,6	1,65	66	7,9	1,98	79
29/12/14	5	0,77	3,85	1,10	0,75	0,20	0,96	1,7	0,41	17	2,48	0,62	25	3,3	0,83	33	4,1	1,03	41	5,0	1,24	50
30/12/14	6	0,77	4,62	1,13	0,75	0,20	0,96	2,0	0,51	20	3,06	0,76	31	4,1	1,02	41	5,1	1,27	51	6,1	1,53	61
31/12/14	4	0,77	3,08	1,13	0,75	0,20	0,96	1,4	0,34	14	2,04	0,51	20	2,7	0,68	27	3,4	0,85	34	4,1	1,02	41
01/01/15	2	0,77	1,54	1,13	0,75	0,20	0,96	0,7	0,17	7	1,02	0,25	10	1,4	0,34	14	1,7	0,42	17	2,0	0,51	20
02/01/15	1	0,77	0,77	1,13	0,75	0,20	0,96	0,3	0,08	3	0,51	0,13	5	0,7	0,17	7	0,8	0,21	8	1,0	0,25	10
03/01/15	3	0,77	2,31	1,13	0,75	0,20	0,96	1,0	0,25	10	1,53	0,38	15	2,0	0,51	20	2,5	0,64	25	3,1	0,76	31
04/01/15	4	0,77	3,08	1,13	0,75	0,20	0,96	1,4	0,34	14	2,04	0,51	20	2,7	0,68	27	3,4	0,85	34	4,1	1,02	41
05/01/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
06/01/25	8	0,77	6,16	1,13	0,75	0,20	0,96	2,7	0,68	27	4,08	1,02	41	5,4	1,36	54	6,8	1,70	68	8,2	2,04	82
07/01/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
08/01/15	2	0,77	1,54	1,13	0,75	0,20	0,96	0,7	0,17	7	1,02	0,25	10	1,4	0,34	14	1,7	0,42	17	2,0	0,51	20
09/01/15	3	0,77	2,31	1,13	0,75	0,20	0,96	1,0	0,25	10	1,53	0,38	15	2,0	0,51	20	2,5	0,64	25	3,1	0,76	31
10/01/15	7	0,77	5,39	1,13	0,75	0,20	0,96	2,4	0,59	24	3,57	0,89	36	4,8	1,19	48	5,9	1,49	59	7,1	1,78	71

11/01/15	8	0,77	6,16	1,13	0,75	0,20	0,96	2,7	0,68	27	4,08	1,02	41	5,4	1,36	54	6,8	1,70	68	8,2	2,04	82
12/01/15	7	0,77	5,39	1,13	0,75	0,20	0,96	2,4	0,59	24	3,57	0,89	36	4,8	1,19	48	5,9	1,49	59	7,1	1,78	71
13/01/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
14/01/15	8	0,77	6,16	1,13	0,75	0,20	0,96	2,7	0,68	27	4,08	1,02	41	5,4	1,36	54	6,8	1,70	68	8,2	2,04	82
15/01/15	7	0,77	5,39	1,13	0,75	0,20	0,96	2,4	0,59	24	3,57	0,89	36	4,8	1,19	48	5,9	1,49	59	7,1	1,78	71
FECHA	Evaporación en la Tina mm	Coefficiente de Tina Kp	Eva. Potencial Eto	Coefficiente de Cultivo Kc	Efecto de localización KL	Fracción de Lavado RL	Coefficiente de uniformidad de caudales CUC	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen en m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego en horas	Volumen en m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen en m3/ha
16/01/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
17/01/15	4	0,77	3,08	1,13	0,75	0,20	0,96	1,4	0,34	14	2,04	0,51	20	2,7	0,68	27	3,4	0,85	34	4,1	1,02	41
18/01/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
19/01/15	9	0,77	6,93	1,13	0,75	0,20	0,96	3,1	0,76	31	4,59	1,15	46	6,1	1,53	61	7,6	1,91	76	9,2	2,29	92
20/01/15	7	0,77	5,39	1,13	0,75	0,20	0,96	2,4	0,59	24	3,57	0,89	36	4,8	1,19	48	5,9	1,49	59	7,1	1,78	71
21/01/15	4	0,77	3,08	1,13	0,75	0,20	0,96	1,4	0,34	14	2,04	0,51	20	2,7	0,68	27	3,4	0,85	34	4,1	1,02	41
22/01/15	1	0,77	0,77	1,13	0,75	0,20	0,96	0,3	0,08	3	0,51	0,13	5	0,7	0,17	7	0,8	0,21	8	1,0	0,25	10
23/01/15	6	0,77	4,62	1,13	0,75	0,20	0,96	2,0	0,51	20	3,06	0,76	31	4,1	1,02	41	5,1	1,27	51	6,1	1,53	61
24/01/15	3	0,77	2,31	1,13	0,75	0,20	0,96	1,0	0,25	10	1,53	0,38	15	2,0	0,51	20	2,5	0,64	25	3,1	0,76	31
25/01/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
26/01/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
27/01/15	2	0,77	1,54	1,13	0,75	0,20	0,96	0,7	0,17	7	1,02	0,25	10	1,4	0,34	14	1,7	0,42	17	2,0	0,51	20
28/01/15	3	0,77	2,31	1,13	0,75	0,20	0,96	1,0	0,25	10	1,53	0,38	15	2,0	0,51	20	2,5	0,64	25	3,1	0,76	31
29/01/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
30/01/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
31/01/15	2	0,77	1,54	1,13	0,75	0,20	0,96	0,7	0,17	7	1,02	0,25	10	1,4	0,34	14	1,7	0,42	17	2,0	0,51	20
01/02/15	6	0,77	4,62	1,13	0,75	0,20	0,96	2,0	0,51	20	3,06	0,76	31	4,1	1,02	41	5,1	1,27	51	6,1	1,53	61

02/02/15	9	0,77	6,93	1,13	0,75	0,20	0,96	3,1	0,76	31	4,59	1,15	46	6,1	1,53	61	7,6	1,91	76	9,2	2,29	92
03/02/15	3	0,77	2,31	1,13	0,75	0,20	0,96	1,0	0,25	10	1,53	0,38	15	2,0	0,51	20	2,5	0,64	25	3,1	0,76	31
04/02/15	9	0,77	6,93	1,13	0,75	0,20	0,96	3,1	0,76	31	4,59	1,15	46	6,1	1,53	61	7,6	1,91	76	9,2	2,29	92
05/02/15	6	0,77	4,62	1,13	0,75	0,20	0,96	2,0	0,51	20	3,06	0,76	31	4,1	1,02	41	5,1	1,27	51	6,1	1,53	61
06/02/15	5	0,77	3,85	1,13	0,75	0,20	0,96	1,7	0,42	17	2,55	0,64	25	3,4	0,85	34	4,2	1,06	42	5,1	1,27	51
07/02/15	7	0,77	5,39	1,10	0,75	0,20	0,96	2,3	0,58	23	3,47	0,87	35	4,6	1,16	46	5,8	1,45	58	6,9	1,74	69
08/02/15	8	0,77	6,16	1,10	0,75	0,20	0,96	2,6	0,66	26	3,97	0,99	40	5,3	1,32	53	6,6	1,65	66	7,9	1,98	79
FECHA	Evaporación en la Tina mm	Coefficiente de Tina Kp	Eva. Potencial Eto	Coefficiente de Cultivo Kc	Efecto de localización KL	Fración de Lavado RL	Coefficiente de uniformidad de caudales CUC	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego en horas	Volumen en m3/ha	Lámina aplicada mm	Tiempo de riego horas	Volumen en m3/ha
09/02/15	5	0,77	3,85	1,10	0,75	0,20	0,96	1,7	0,41	17	2,48	0,62	25	3,3	0,83	33	4,1	1,03	41	5,0	1,24	50
10/02/15	10	0,77	7,70	1,10	0,75	0,20	0,96	3,3	0,83	33	4,96	1,24	50	6,6	1,65	66	8,3	2,07	83	9,9	2,48	99
11/02/15	5	0,77	3,85	1,10	0,75	0,20	0,96	1,7	0,41	17	2,48	0,62	25	3,3	0,83	33	4,1	1,03	41	5,0	1,24	50
12/02/15	6	0,77	4,62	0,92	0,75	0,20	0,96	1,7	0,41	17	2,49	0,62	25	3,3	0,83	33	4,1	1,04	41	5,0	1,24	50
13/02/15	4	0,77	3,08	0,92	0,75	0,20	0,96	1,1	0,28	11	1,66	0,41	17	2,2	0,55	22	2,8	0,69	28	3,3	0,83	33
14/02/15	6	0,77	4,62	0,92	0,75	0,20	0,96	1,7	0,41	17	2,49	0,62	25	3,3	0,83	33	4,1	1,04	41	5,0	1,24	50
15/02/15	4	0,77	3,08	0,92	0,75	0,20	0,96	1,1	0,28	11	1,66	0,41	17	2,2	0,55	22	2,8	0,69	28	3,3	0,83	33
16/02/15	5	0,77	3,85	0,92	0,75	0,20	0,96	1,4	0,35	14	2,07	0,52	21	2,8	0,69	28	3,5	0,86	35	4,1	1,04	41
17/02/15	10	0,77	7,70	0,92	0,75	0,20	0,96	2,8	0,69	28	4,15	1,04	41	5,5	1,38	55	6,9	1,73	69	8,3	2,07	83
								138	34	1378	207	52	2068	276	69	2757	345	86	3446	414	103	4135

### Cuadro 8A. Análisis químico de agua.

 <b>INIAP</b> Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias	<b>ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR</b> <b>"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 099351760 - e-mail: iniap_ls_lab@yahoo.es
	<b>INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE AGUAS</b>

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA				
Nombre :	UPSE	Nombre :	CEREZAL BELLAVISTA	Informe No. :	000 1501	Factura No. :	12398	
Dirección:	VIA A LA LIBERTAD	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	CLIENTE	Fecha Análisis :	27/11/2014	
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha muestreo :	25/11/2014	Fecha Emisión :	28/11/2014	
Teléfono :	NE	Parroquia :	COLONCHE	Fecha Ingreso :	25/11/2014	Fecha Impresión:	28/11/2014	
Fax :	NE	Ubicación :	CEREZAL BELLAVISTA	Condiciones Ambientales :	T ° C	26.00	%H	60

N° Laborat.	Identificación del Lote	uS/cm CE	mg/L				meq/L				pH	RAS	PSI	%Na	Clase
			Ca	Mg	Na	K	* CO <sub>3</sub>	* HCO <sub>3</sub>	* Cl	* SO <sub>4</sub>					
1712	CEREZAL BELLAVISTA	2255	87.3	44.2	256.4	23.0	1.7	2.8	10.4	6.0	8.2	6.0	6.0	58.0	C4S2

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION	
AGUAS SALENAS	AGUAS SODICAS
C1: Aguas de salinidad baja	S1: Aguas de contenido bajo de sodio
C2: Aguas de salinidad moderada	S2: Aguas medianas en sodio
C3: Aguas de salinidad mediana	S3: Aguas de contenido alto de sodio
C4: Aguas de salinidad alta	S4: Aguas de contenido muy alto de sodio
C5: Aguas de salinidad muy alta	
C6: Aguas de salinidad excesiva	

Determinación Metodología
pH, CE : Electrométrica
K, Ca, Na, Mg : Absorción Atómica

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

\*\* Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Responsable Laboratorio

### Cuadro 9A. Análisis químico de suelo.



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguchí - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 084535163 - 099351760 e-mail: iniap\_ls\_lab@yahoo.es

*"Laboratorio de ensayo  
 acreditado por el OAE  
 con acreditación N° OAE LE C 11-007"*

#### INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	UPSE	Nombre :	RIEGO DEFICITARIO	Informe No. :	0016518
Dirección :	VIA LA LIBERTAD	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	25/11/2014
Teléfono :	2784006	Parroquia :	SANTA ELENA	Fecha Ingreso :	25/11/2014
Fax :	N/E	Ubicación :	VIA A LA LIBERTAD	Condiciones Ambientales :	T°C: 24.8 %H: 64.0
				Factura No. :	12398
				Fecha Análisis :	08/12/2014
				Fecha Emisión :	10/12/2014
				Fecha Impresión :	10/12/2014
				Cultivo Actual :	HORTALIZAS

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH <sub>4</sub>	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	*Fe	* Mn	* B	* Cl
54916	MANGLARALTO	7.0 <b>N</b>	18 <b>B</b>	25 <b>A</b>	1202 <b>A</b>	3745 <b>A</b>	576 <b>A</b>	7 <b>B</b>	1.3 <b>B</b>	4.0 <b>A</b>	6 <b>B</b>	4.0 <b>B</b>	1.30 <b>A</b>	
54917	CEREZAL BELLAVISTA	7.3 <b>PN</b>	16 <b>B</b>	12 <b>M</b>	819 <b>A</b>	3761 <b>A</b>	374 <b>A</b>	10 <b>B</b>	0.8 <b>B</b>	2.7 <b>M</b>	2 <b>B</b>	3.0 <b>B</b>	0.90 <b>M</b>	

Interpretación	pH	
NH <sub>4</sub> , P, K, Ca, Mg, S	<b>MAc</b> = Muy Acido	<b>N</b> = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	<b>Ac</b> = Acido	<b>LAI</b> = Lig. Alcalino
	<b>MAc</b> = Med. Acido	<b>MAA</b> = Med. Alcalino
	<b>LAc</b> = Lig. Acido	<b>AI</b> = Alcalino
	<b>PN</b> = Prec. Neutro	<b>RC</b> = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH <sub>4</sub> , P	Colorimetría	Glsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciometría	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Óptimos			
Medio (ug/ml)			
NH <sub>4</sub> 20 - 40	Mg 121.5 - 343	Fe 20 - 40	
P 10 - 20	S 10 - 20	Mn 5 - 15	
K 70 - 198	Zn 2.0 - 7.0	B 0.5 - 1.0	
Ca 800 - 1000	Cu 1.0 - 4.0	Cl 1 - 34	

N/E = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

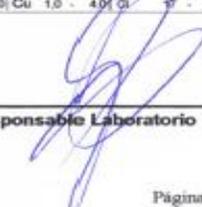
Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE

\*\* Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

  
**Responsable Laboratorio**

Cuadro 10A. Análisis de suelos.



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR**  
**"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**  
**LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**  
 Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador  
 Teléfono: 2717161 Fax: 2717119 Celular: 094535163 - 084535163 - 099351760 e-mail: iniap\_ls\_leb@yahoo.es

*"Laboratorio de ensayo  
 acreditado por el OAE  
 con acreditación N° OAE LE C 11-007"*

**INFORME DE ANALISIS DE SUELOS**

DATOS DEL PROPIETARIO				DATOS DE LA PROPIEDAD				DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	UPSE	Nombre :	RIEGO DEFICITARIO	Informe No. :	0016518	Factura No. :	12398				
Dirección :	VIA LA LIBERTAD	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	08/12/2014				
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	25/11/2014	Fecha Emisión :	10/12/2014				
Teléfono :	2784006	Parroquia :	SANTA ELENA	Fecha Ingreso :	25/11/2014	Fecha Impresión :	10/12/2014				
Fax :	N/E	Ubicación :	VIA A LA LIBERTAD	Condiciones Ambientales :	T°C:24.8 %H: 64.0	Cultivo Actual :	HORTALIZAS				

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	C.E.	meq/100ml				Ca	Mg	Ca+Mg		
		Arena	Limo	Arcilla		* AH+H	* Al	* Na			* M.O.	K	* Ca	* Mg				Σ Bases	Mg
54916	MANGLARALTO	40	26	34	Franco-Arcilloso						2.1C	B	3.08 A	18.73 A	4.74 A	26.55	3.95 M	1.54 B	7.61 B
54917	CEREZAL BELLAVISTA	18	58	24	Franco-Limoso						1.3C	B	2.10 A	18.81 A	3.08 A	23.98	6.11 M	1.47 B	10.42 B

Interpretación	
AH, Al, Na	C.E.
Ad = Adecuado	NS = No Salino
LT = Ligero Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviatura
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
CIC Capacidad de Intercambio Catiónico

Abreviatura	Interpretación	Extracción
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
CIC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua

Lig. Tóxico (meq/100ml)		Lig. Salino (dS/m)		Medio		Medio (meq/100ml)	
Al+H	C.E.	Ca/Mg	Mg/K	Ca	Mg	K	Ca+Mg
Al+H	0.51 - 1.5	2.0 - 4.0	2.5 - 8.0	4 - 8	8 - 16	0.2 - 0.4	0.2 - 0.4
Al	0.31 - 1.0	Medio (%)	2.5 - 10.0	4 - 8	8 - 16	0.2 - 0.4	0.2 - 0.4
Na	0.5 - 1.0	M.O.	12.5 - 50.0	1 - 2	2 - 4	0.2 - 0.4	0.2 - 0.4

  
 \_\_\_\_\_  
 Responsable Laboratorio

N/E = No entregado  
 <LC = Menor al Límite de Cuantificación  
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.  
 Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al OAE.  
 Las opiniones, interpretaciones, etc, que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al OAE  
 \*\* Ensayo subcontratado.  
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad



**Cuadro 12A. Análisis de salinidad de extracto de pasta de suelos**

 <b>INIAP</b> Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias	<b>ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR</b> <b>"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"</b> <b>LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS</b> Km. 26 Vía Duram - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador Teléfono: 042724260 fax: 042724261 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec
---	--

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA				
Nombre :	UNIV. ESTATAL PENINSULA DE STA. ELENA	Nombre :	PROY. RIEGO DEFICITARIO	Informe N° :	12398	Factura N° :	12398	
Dirección :	VIA A LA LIBERTAD	Provincia :	SANTA ELENA	Resp/ Muestreo :	CLIENTE	Fecha/Análisis :	10/12/2014	
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha/ Muestreo :	25/11/2014	Fecha/Emisión :	12/12/2014	
Teléfono :	NE	Parroquia :	SANTA ELENA	Fecha/ Ingreso :	25/11/2014	Fecha/Impresión :	12/12/2014	
Fax :	NE	Ubicación :	VIA A LA LIBERTAD	Cond. Ambientales : T°C:	24 %H:	58	Cultivo Actual :	HORTALIZAS

**REPORTE DE ANALISIS DE SALINIDAD EN EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS**

N° Laboratorio	Identificación del Lote	pH.	mS/cm	mg/L					meq/L				RAS	PSI(*)
			C.E.	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO <sub>3</sub> H*	CO <sub>3</sub> *	SO <sub>4</sub> *	Cl*		
54916	MANGLARALTO	7.4	0.96	52.6	7.4	73.8	21.2	155	1.8	ND	2	4.2	1	1
54917	CEREZAL BELLAVISTA	7.4	2.37	48.8	19.5	240.2	73.9	382.3	1.1	ND	5	14.4	1	<1
		<b>C.E.</b>	<b>INTERPRETACIÓN</b>						<b>Determinación</b>		<b>Metodología</b>			
		0 - 2,0	Suelo no salino, efecto de sales despreciables.						pH, CE		Electrométrica			
		2,1 - 4,0	Suelo ligeramente salino, puede reducirse las cosechas de cultivos sensibles.						K, Ca, Na, Mg		Absorción Atómica			
		4,1 - 8,0	Suelo salino, se reducen las cosechas de numerosos cultivos.											
		Más de 8	Suelo muy salino.											

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

(\*) Cálculo efectuado según nomograma de suelos salinos y sódicos manual No. 60

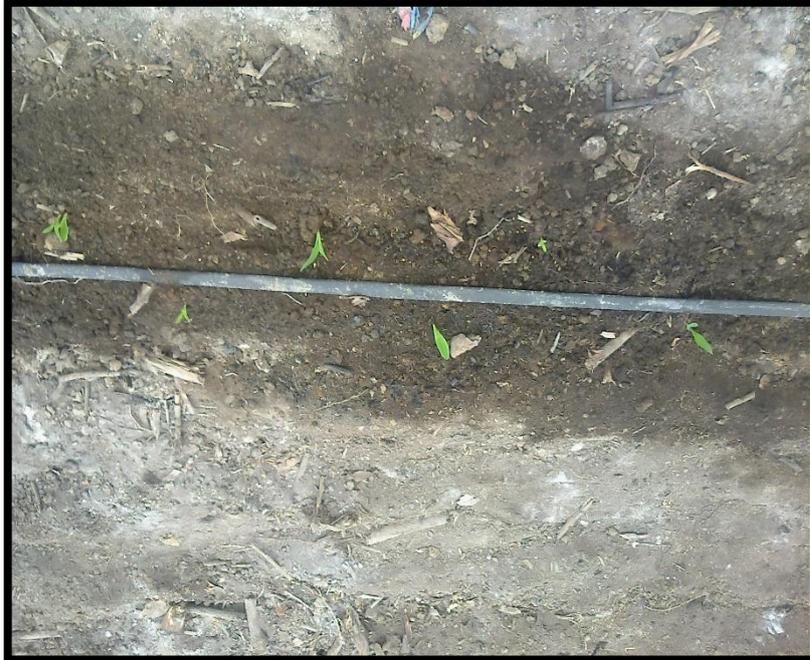
Responsable Laboratorio



**Figura 1A.** Limpieza del terreno.



**Figura 2A.** Colocación del sistema de riego.



**Figura 3A.** Germinación de la semilla de maíz AGRI 104



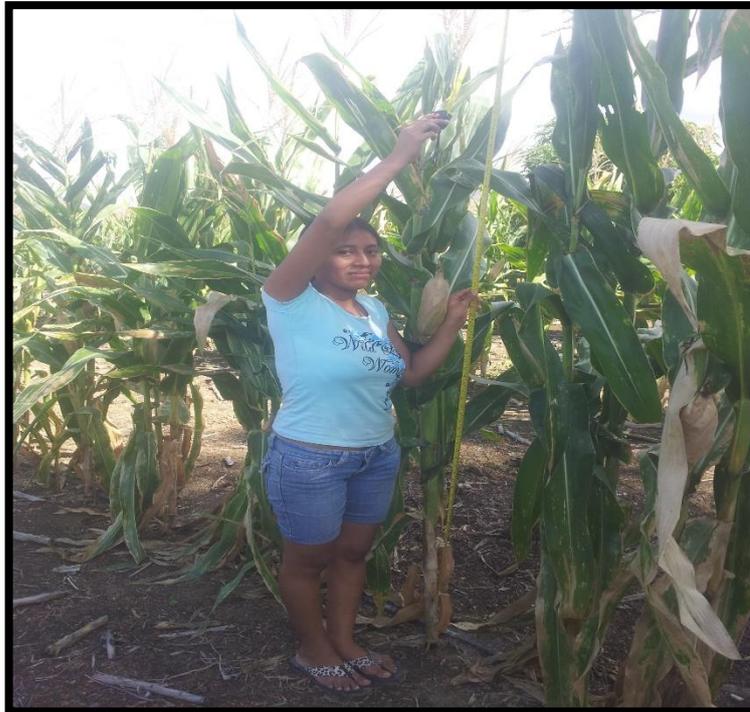
**Figura 4A.** Altura a los 30 días.



**Figura 6A.** Altura de inserción de la planta



**Figura 10A.** Fumigación del maíz contra gusano cogollero



**Figura 8A.** Altura de la planta a los 90 días.



**Figura 12A.** Semilla del maíz AGRI 104 cosechado