



**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECUARIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**

**“EFECTO DE DIFERENTES REGÍMENES DE HUMEDAD EN EL
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL MAÍZ EN LAS
CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE MANGLARALTO, SANTA
ELENA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

JOFFRE UBALDO SANTOS MUÑOZ

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGROPECUARIA
CARRERA DE INGENIERÍA
AGROPECUARIA**

**“EFECTO DE DIFERENTES REGÍMENES DE HUMEDAD EN
EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DEL MAÍZ EN LAS
CONDICIONES EDAFOCLIMÁTICAS DE MANGLARALTO,
SANTA ELENA”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

JOFFRE UBALDO SANTOS MUÑOZ

LA LIBERTAD – ECUADOR

2015

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Antonio Mora Alcívar, M.Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Agr. Andrés Drouet Candell

DIRECTOR ESCUELA

Ing. Néstor Orrala Borbor, MSc.

PROFESOR DELÁREA

Ing. Ángel León Mejía, MSc.

PROFESOR TUTOR

Abg. Joe Espinoza Ayala.

SECRETARIO GENERAL

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis más sinceros agradecimientos:

A Dios por darme salud, dotarme la capacidad de inteligencia, fuerza y voluntad para poder culminar mis estudios superiores.

A los profesores de la Facultad de Ciencias Agrarias, quienes me enseñaron sus conocimientos académicos y respaldaron en todo momento.

A los miembros del Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agraria, en especial al Ing. Ángel León Mejía por el asesoramiento y apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo.

Joffre U Santos Muñoz.

DEDICATORIA

A mis padres Enrique Santos del Pezo y Margarita Muñoz González quienes con sus esfuerzos y dedicación en el transcurso de mi formación profesional han sido un apoyo permanente.

A mi esposa Mariuxi Malavé Limón e hijos Nicole, Saúl y Zayda Santos Malavé por su comprensión, solidaridad, cariño y compañía incondicional en todo momento; a todas las personas quienes de alguna u otra manera colaboraron y permitieron realizar esta investigación.

Joffre U Santos Muñoz.

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

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.	
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. Propiedades hidrofísicas de suelos	4
2.1.1. Textura.....	4
2.1.2. Estructura.....	6
2.1.3. Infiltración	6
2.1.4. Humedad gravimétrica (og)	7
2.1.5. Humedad volumétrica (0v)	7
2.1.6. Capacidad de almacenamiento de agua del suelo	8
2.1.7. Capacidad de campo (cc)	8
2.1.8. Punto de marchitez permanente (pmp).....	9
2.1.9. Agua útil del suelo	10
2.2. Factores climáticos predominantes en riego agrícola.....	10
2.2.1. Radiación solar	10
2.2.2. Temperatura	11
2.2.3. Precipitación	11
2.2.4. Humedad relativa (hr).....	12
2.2.5. Vientos	12
2.3. Necesidades hídricas de los cultivos	123

2.3.1. Evaporación	13
2.3.2. Transpiración	13
2.3.3. Evapotranspiración de referencia etc.....	14
2.3.4. Tina de evaporación.....	14
2.3.4.1. Características de la tina de evaporación clase A.....	15
2.3.4.2. Coeficiente de tina (kp)	16
2.3.5. Evapotranspiración del cultivo	17
2.3.6. El coeficiente de cultivo (kc).....	18
2.3.7. Calidad del agua de riego	19
2.3.8. Fracción de lavado (fl).....	21
2.3.9. Coeficiente de uniformidad (cu).....	22
2.3.10. Programación de riego.....	23
2.4. Generalidades del maíz.....	25
2.4.1 Clasificación taxonómica del maíz	25
2.5. Descripción botánica del maíz.....	25
2.5.1 Origen y morfología.....	25
2.6. Agroecología del cultivo de maíz.....	26
2.6.1. Clima.....	26
2.6.2. El suelo	27
2.7. Características del maíz obtenidas en diferentes investigaciones	28

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del ensayo.....	29
3.2. Características de agua y suelo	30
3.3. Materiales y equipos	32
3.3.1. Materiales	32
3.3.2. Equipos	33
3.4. Material biológico	33
3.4.1. Características agronómicas.....	34
3.5. Tratamientos y diseño experimental	35

3.6. Delineamiento experimental	36
3.7. Manejo del experimento	37
3.7.1. Preparación de suelo	38
3.7.2. Siembra.....	38
3.7.3. Fertilización npk.....	38
3.7.4. Control fitosanitario.....	38
3.7.5. Riego	39
3.7.5.1. Evaporación de la tina clase a (etv).....	39
3.7.5.2. Determinación del coeficiente de tina (kp)	40
3.7.5.3. Coeficiente de localización para riego localizado (kl)	40
3.7.5.4. Coeficiente del cultivo (kc)	41
3.7.5.5. Determinación numérica del valor de kc.....	42
3.7.5.6. Fracción de lavado (fl)	43
3.7.5.7 Coeficiente de uniformidad de distribución del riego (cud).....	45
3.7.6. Deshierbe.....	46
3.7.7. Cosecha.....	47
3.8. Variables experimentales.....	47
3.8.1. Altura de planta 30 – 60 – 90 días.	47
3.8.2. Días a la floración.	47
3.8.3. Altura de inserción de mazorca	47
3.8.4. Diámetro y longitud del segundo entrenudo a los 90 días.....	47
3.8.5. Diámetro y longitud de mazorca.	48
3.8.6. Peso de mil semillas.....	48
3.8.7. Peso de mazorca	48
3.8.8. Producción t/ha	48
3.8.9. Eficiencia de el agua plicada, kg/m ³	48
3.8.10. Análisis económico.....	48

4. RESULTADOS

4.1 Altura de planta.....	49
4.1.1 Altura de planta a los 30, 60 y 90 días (m).	49
4.2 Diámetro del segundo entrenudo a los 90 días, (cm).....	49
4.2.1 Longitud del segundo entrenudo a los 90 días	50
4.3. Altura de inserción de mazorca, (cm).	51
4.4. Longitud de mazorca, (cm).	52
4.5. Diámetro de mazorca (mm).	53
4.6. Peso de mazorca (g).	53
4.7. Peso de 1 000 semillas (g).	54
4.8. Producción en tonelada por hectárea	55
4.9. Rendimiento en kg/m ³	56
4.10. Programación de riego	56
4.11. Análisis económico de los tratamientos	60

5. DISCUSIÓN

Conclusiones y recomendaciones	63
Conclusiones.....	63
Recomendaciones.....	63
BIBLIOGRAFÍA	64

ANEXOS

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Clasificación USDA de los suelo según su textura.....	5
Cuadro 2. Coeficientes del tanque evaporímetro (Kp).....	17
Cuadro 3. Propiedades químicas del suelo.....	30
Cuadro 4. Análisis del extracto de pasta del suelo.....	31
Cuadro 5. Análisis químico de agua.....	32
Cuadro 6. Característica agronómicas del maíz Agri-104.....	34
Cuadro 7. Esquema del análisis de varianza.....	35
Cuadro 8. Coeficiente de uniformidad de distribución del riego (CUD).....	46
Cuadro 9. Medias de los tratamientos (m).....	49
Cuadro 10. Medias de los tratamientos (mm).....	50
Cuadro 11. Análisis de medias de los tratamientos, longitud del segundo entrenado a los 90 días (cm).....	50
Cuadro 12. Análisis de la varianza, altura de inserción de mazorca a los 100 días (cm).....	51
Cuadro 13. Análisis de medias de los tratamientos, altura de inserción de mazorca a los 100 días (cm).....	51
Cuadro 14. Análisis de la varianza, longitud de mazorca (cm).....	52
Cuadro 15. Análisis de medias de los tratamientos, longitud de mazorca (cm).....	52
Cuadro 16. Análisis de medias de los tratamientos, diámetro de mazorca (mm).....	53
Cuadro 17. Análisis de medidas de los tratamientos, peso de mazorca (g).....	54
Cuadro 18. Análisis de medias de los tratamientos, peso de 1 000 semillas (g).	54
Cuadro 19. Análisis de la varianza, producción en t/ha.....	55
Cuadro 20. Análisis de medias de los tratamientos, producción en t/ha.....	55
Cuadro 21. Eficiencia del agua aplicada al maíz en Manglaralto, Santa Elena..	56
Cuadro 22. Riego diario de la evaporación de la tina clase A. Del cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) UPSE-Manglarato-Santa Elena. 2014.....	59
Cuadro 23. Relación costo beneficio.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Triángulo de Lyon para la determinación de la textura del suelo.....	4
Figura 2. Secuencia general y etapas de crecimiento, correspondiente a diferentes tipos de cultivos (FAO ,2006).....	19
Figura 3. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego (U.S. Soil Salinity Laboratory).....	21
Figura 4. Localización del ensayo (UPSE, Manglaralto).....	29
Figura 5. Descripción de los tratamientos en el lote experimental.....	37
Figura 6. Determinación gráfica del valor de Kc ini.....	41
Figura 7. Distribución de la salinidad en agua concentrada saturada con CaCO ₃	44
Figura 8. Distribución de la sodicidad agua diluida no saturada con CaCO ₃	44
Figura 9. Distribución de cloruros en agua concentrada saturada con CaCO ₃ ...	45

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1A. Altura de la planta a los 30 días, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 2A. Altura de la planta a los 60 días, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 3A. Altura de la planta a los 90 días, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 4A. Diámetro del segundo entrenudo, (mm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 5A. Longitud del segundo entrenudo, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 6A. Altura inserción de mazorca, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 7A. Longitud de mazorca, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 8A. Diámetro de mazorca, (mm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 9A. Peso de mazorca, (g). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 10A. Peso de 1 000 semillas, (g). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

Cuadro 11A. Producción tonelada hectárea, (t/ha). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

ÍNDICE DE ANEXOS

- Figura 1A. Informe de análisis de suelo.
- Figura 2A. Reporte de salinidad de extracto pasta de suelo.
- Figura 3A. Análisis químico de agua.
- Figura 4A. Reconocimiento del área del ensayo
- Figura 5A. Preparación de terreno.
- Figura 6A. delineación experimental
- Figura 7A. Colocación de la Tina de evapotranspiración clase A
- Figura 8A. Peso de Fertilizante.
- Figura 9A. colocación de fertilizante
- Figura 10A. control fitosanitario.
- Figura 11A. Toma de datos a los 30 días.
- Figura 12A. Dato de la precipitación.
- Figura 13A. Altura de insercion de la mazorca.
- Figura 14A. limpieza manual.
- Figura 15A. Diámetro de tallo.
- Figura 16A. Longitud de mazorca.
- Figura 17A. Diámetro de mazorca.
- Figura 18A. Peso de mazorca
- Figura 19A. Peso de 1 000 semillas (g)
- Figura 20A. Cosecha y peso kg/ha.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. ANTECEDENTES.

El mayor problema que enfrenta la producción agrícola en muchas zonas, es el uso y manejo del agua de riego. Para algunos radica en conocer dónde encontrar, como conducir y cómo distribuir el agua. Sin embargo, contar con este acceso y conducirla a los sitios donde se la necesita para el riego no es suficiente; se necesita saber cuál es el requerimiento hídrico que necesita cada cultivo en particular.

Conocer el requerimiento de agua que necesitan las plantas, según las regiones y sus características climáticas es imprescindible, ya que de dichos factores dependerá el uso eficiente del agua, sobre todo en regiones áridas donde se busca optimizar el recurso hídrico.

Determinar las necesidades de agua de los cultivos es el primer paso que permitirá establecer los volúmenes de agua necesarios que se deben aportar con el riego, sumado a una buena calidad de agua en la producción, conlleva al desarrollo sostenible de la agricultura.

El riego localizado es una buena alternativa de aplicación del agua, que permite disminuir las pérdidas por evaporación, escurrimiento y percolación. Además, ayuda a mejorar el control del riego con pequeñas pero frecuentes aplicaciones y que provee los nutrientes que los cultivos necesitan e incrementar la producción.

El uso eficiente del agua, es utilizar cualquier método que permita estimar las necesidades del cultivo y que a la vez reducir los gastos innecesarios en la actividad agrícola.

Dentro de las gramíneas, el maíz es uno de los cultivos más sensibles al estrés hídrico. Las etapas más críticas, desde el punto de vista hídrico, son durante la floración y el llenado del grano.

Es de recalcar que uno de los cultivos que en los últimos años ha tenido un gran apogeo, y que está siendo cultivado mediante riego en la provincia de Santa Elena es el maíz. Según MIPRO (2013), con una producción de maíz amarillo de más de 2 000 hectáreas.

La escasa información relacionada con el manejo y demanda hídrica de los cultivos en la zona norte de la provincia de Santa Elena, entre ellos el maíz, se convierte en una alternativa viable para la implementación de nuevos sistemas de manejo de riego usando dispositivos de medición, que permitan realizar programaciones de riego de forma adecuada.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El proyecto consiste en desarrollar una investigación científica, aplicada con diferentes regímenes de humedad, utilizando la tina de evaporación clase A como instrumento de medición para la determinación de la demanda hídrica, considerando la fenología del cultivo, con el propósito de optimizar el uso del agua de riego.

La validación de ésta tecnologías de programación de riego, utilizando riego localizado favorecerá a los agricultores, con un manejo eficiente del recurso hídrico en los cultivo que servirá para fomentar la producción del maíz en la zona de Manglaralto.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Valorar los efectos de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz (*Zea mays*) en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, cantón Santa Elena.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características agronómicas del cultivo del maíz.
- Determinar la lámina de riego que presente mejor comportamiento en la producción de maíz
- Determinar el análisis económico del cultivo mediante la relación beneficio costo

1.4. HIPÓTESIS

Las láminas de riego aplicadas al cultivo de maíz considerando las etapas fenológicas y condiciones climáticas de Manglaralto, contribuyen el uso racional del agua de riego.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PROPIEDADES HIDROFÍSICAS DE SUELOS

2.1.1. TEXTURA

Según CASTAÑÓN G. (2000), la parte sólida mineral del suelo está constituida por 3 clases de partículas que se clasifican según su tamaño: arena (2 y 0,05 mm), limo (0,05 y 0,002 mm) y arcilla de dimensiones menores. El sistema más empleando es el triángulo de texturas (figura 1), utilizado para representar la composición granulométrica del suelo. La mayoría de las propiedades físicas, químicas y fisicoquímicas están influenciadas por la granulometría, estructura, color, consistencia, porosidad, aireación, permeabilidad, hidrometría, retención de agua, lavado de base en el suelo, reserva de nutrientes.

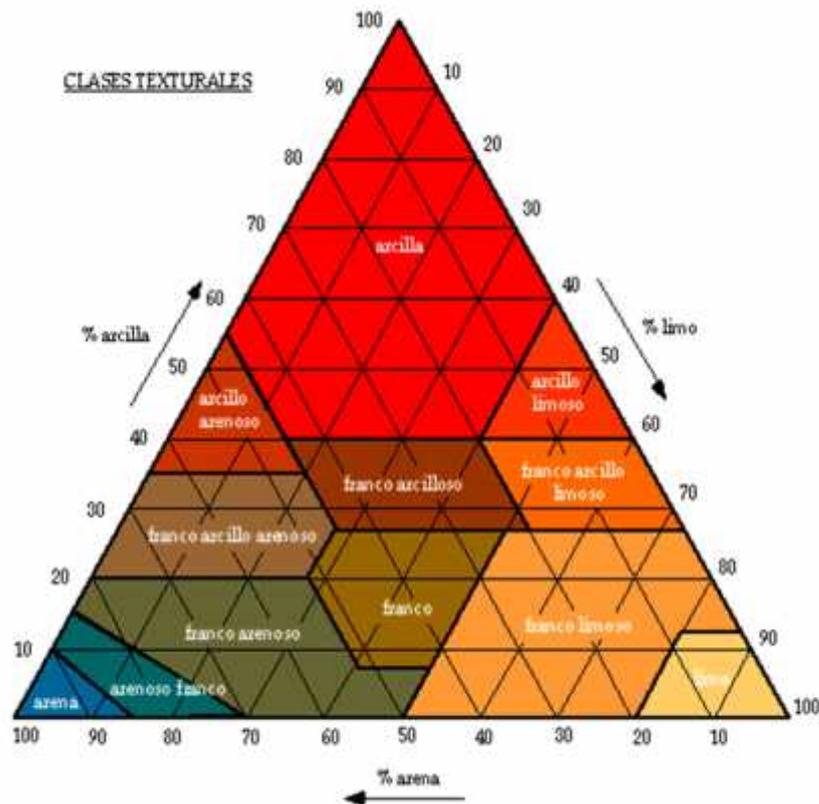


Figura 1. Triángulo de Lyon para la determinación de la textura del suelo

Para PORTA CASANELLAS J. *et al* (2 011), la textura es la apreciación global que se realiza a las propiedades mecánicas de una muestra de suelo; la sensación al hacer deslizar entre los dedos una muestra húmeda, a la que se le ha extraído las partículas gruesas. Con la textura determinada en campo, se puede realizar una estimación de la clase textural (no porcentajes) a la que pertenece la muestra; las múltiples combinaciones de porcentajes de arena, limo y arcilla que pueden darse, se han agrupado en 12 clases texturales según criterio USDA (Cuadro 1).

Cuadro 1. Clasificación USDA de los suelo 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
Textura media	23-52	28-50	7-27	Franco	
	20-50	74-88	0-27	Franco limoso	
	0-20	88-100	0-12	Limoso	
Textura moderadamente fina	20-45	15-52	27-40	Franco arcilloso	
	45-80	0-28	20-35	Franco arenoso arcilloso	
	0-20	40-73	27-40	Franco limoso arcilloso	
Textura fina	45-65	0-20	35-55	Arcilloso arenoso	Suelos arcillosos
	0-20	40-60	40-60	Arcilloso limoso	
	0-45	0-40	40-100	Arcilloso	

Fuente: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE USDA, (2004)

2.1.2. ESTRUCTURA

FUENTES YAGUE JL. (1998) denomina estructura de un suelo a la forma en que se unen las partículas de arena, limo, y arcilla de ese suelo. Un suelo tiene buena estructura cuando contiene abundancia de poros grandes y pequeños, con lo cual el agua, aire y raíces se mueven libremente, a la vez que permite que una apreciable cantidad de agua quede retenida entre las partículas sólidas.

LOSADA VILLASANTE A. (2008) afirma que las propiedades estructurales de los suelos condicionan su comportamiento hidro-físico: una proporción equilibrada y estable de poros micro-capilares y macro-capilares asegura ese buen comportamiento del suelo ante el agua: los primeros permiten una buena capacidad de retención, mientras que los segundos no la retienen fuertemente, con lo que facilitan procesos de filtración y aireación. Todo ello repercute en el proceso de absorción de agua por las raíces de las plantas en el crecimiento y desarrollo de las mismas.

2.1.3. INFILTRACIÓN

Para TARJUELO JM. (1999), la infiltración es el proceso de entrada de agua en el suelo, de gran importancia durante la ejecución del riego. Se denomina infiltrabilidad a la velocidad o tasa de infiltración (*i*) cuando está limitada únicamente por factores de suelo; se miden en mm/h, cm/min.

El mismo autor indica que la infiltración puede implicar:

- Movimiento de agua unidimensional, como se da en riego por aspersión o por inundación.
- Movimiento de agua bidimensional, el riego por surcos.
- Movimiento de agua tridimensional, el riego por goteo.

LINSLEY ER. y FRANZINI JB. (1988) señalan que la infiltración es el movimiento del agua a través de la superficie del suelo y dentro del mismo. La

capacidad de infiltración de un suelo, es la velocidad máxima con el cual el agua entrará al mismo para determinada condición, que dependerá de muchos factores. Así mismo estos autores señalan que un suelo permeable y suelto tendrá una mayor capacidad que un suelo arcilloso apretado. Si muchos de los espacios porosos están llenos de agua, la capacidad de infiltración generalmente es menor que cuando el suelo está relativamente seco. Si el espacio poroso de la superficie del suelo está ocupado totalmente por el agua, el movimiento hacia debajo de la humedad posterior está controlado por la permeabilidad del subsuelo.

2.1.4. HUMEDAD GRAVIMÉTRICA (θ_g).

ALLEN R. *et al* (2006) afirman que la humedad gravimétrica consiste en tomar muestras de suelo en la profundidad de interés. Las muestras se pesan húmedas, se secan en estufa a una temperatura de 105 °C hasta peso constante y se vuelven a pesar; la diferencia entre el peso de la muestra húmeda y la seca es la cantidad de agua que, relacionada con el peso seco del suelo, representa el contenido de humedad en el momento del muestreo. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\theta_g \% = \frac{\text{Masa suelo o seco}}{\text{Masa de agua}} = 100$$

Con los datos obtenidos se calcula el estado hídrico del suelo por unidad de masa de suelo y dicha unidad se relaciona con la densidad aparente (ρ_a) para expresar el resultado por unidad de volumen de suelo obteniendo humedad volumétrica (θ_v).

2.1.5. HUMEDAD VOLUMÉTRICA (θ_v).

NARRO FARÍAS E. (1994) y PORTA CASANELLAS J. (1999) mencionan que la humedad volumétrica (θ_v) se puede determinar a partir de la másica (w) y del valor de la densidad aparente, o por medio de métodos no destructivos indirectos, que requieren un calibrado previo, tales como:

Atenuación de neutrones

Reflectometría de dominios magnéticos de tiempo (TDR)

Atenuación de rayos Y.

2.1.6. CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DEL SUELO

Para BARRERA LIZARAZO R. (2000), la práctica del riego consiste esencialmente en aprovechar la capacidad de retención del suelo para almacenar en él, en forma periódica, el agua que las plantas van utilizando de manera continuada. Depende de dos factores:

La capacidad de retención de agua por unidad de volumen de suelo, y la profundidad de suelo que está al alcance de las plantas cultivadas. La capacidad de retención del suelo considera la diferencia entre su capacidad de campo y su coeficiente de marchitez. El peso en kilos (P_s) de un volumen de suelo V_s , expresado en litros, puede calcularse con base en la gravedad específica aparente, G_a , según la siguiente relación:

$$P_s = V_s \times G_a$$

2.1.7. CAPACIDAD DE CAMPO (cc)

TARJUELO M. B., y JOSÉ M. (2008) indican que la CC se entiende como tal al contenido de humedad del suelo cuando ha cesado el drenaje rápido en el suelo y la redistribución se hace lenta. Conocer el contenido de humedad de un suelo con drenaje libre 2 o 3 días después de un riego abundante en suelos arcillosos y 1 día en suelos arenosos, utilizando una constante para cada tipo de suelo, para determinar las dosis de riego. Se puede interpretar como una medida de la cantidad de agua que un suelo es capaz de retener en contra de las fuerzas de la gravedad.

Según CADAHÍA LÓPEZ C. (2005), la capacidad de campo es la máxima capacidad de retención de agua de un suelo sin problemas de drenaje, la que se

alcanza de pendiendo de la textura del suelo, entre 12 y 72 horas después de un riego pesado.

MOYA TALENS J. (2002) define como el volumen de agua que es capaz de retener el suelo, expresada en milímetro (mm) que equivale a un litro por cada metro cuadrado de la parcela.

De acuerdo a CARDELLINO (1983), la capacidad de campo corresponde a tensiones de humedad, en la gran mayoría de estos suelos entre 1/3 atm (equivalente a unos 33 centibares, textura fina) y 0,10 atm (equivalentes a 10 centibares, textura gruesa), medida en condiciones de campo con tensiómetro.

Los autores mencionados, indican que después de la lluvia o del riego, se produce un movimiento descendente relativamente rápido de una parte del agua, en respuesta al gradiente de potencial, que al transcurrir 2 o 3 días este movimiento descendente se torna despreciable; entonces llega a su capacidad de campo donde, el agua habrá sido eliminada de los macroporos y su lugar habrá sido ocupado por el aire. Los poros capilares se mantienen aún llenos con agua, que serán utilizados por las plantas.

2.1.8. PUNTO DE MARCHITEZ PERMANENTE (pmp).

PALOMINO VELASQUEZ K. (2009) denomina Punto de marchitez permanente, al punto en el cual la vegetación manifiesta síntomas de marchitamiento, caída de hojas, escaso desarrollo o fructificación, debido a un flujo retardado de agua del suelo hacia la planta y que en promedio corresponde a un estado energético de 15 bares.

Para DAMIANO FY. y TABOADA MA. (2013, en línea), el pmp es el contenido de agua donde la energía de retención es tan alta que los vegetales no la pueden absorber alcanzando su estado de marchitez parcial o total como resultado del

estrés hídrico. Si bien su valor es variable se ha tomado como valor de referencia - 1500 kPa o -15 bares.

2.1.9. AGUA ÚTIL DEL SUELO

Según MOYA TALENS J. (2002), cuando se calcula la dosis de riego y el tiempo de duración, se debe considerar la capacidad de retención, para cada tipo de suelo. Así, suelos arenosos 0,33 a 0,85 mm/cm de profundidad; suelos ligeros 0,85 a 1,25 mm/cm de profundidad; suelos medios 1,25 a 1,90 mm/cm de profundidad; suelos arcillosos 1,45 a 2,10 mm/cm de profundidad.

AMAYA A. (2009) menciona que la parte del agua útil del suelo que las plantas pueden absorber es de 0,5 - 1 (atmósfera); el agua fácilmente utilizable depende de cada especie de planta, los cultivos menos sensibles a la sequía, es el 50 % del agua útil y para los más sensibles entre 25-30 %, el contenido de agua de un suelo puede expresarse de diversas formas, habitualmente se utiliza el porcentaje respecto al peso o al volumen, sea asimilar el porcentaje volumétrico a litros/ m^2 y metro de profundidad del suelo (mm/m o cm/m).

Para OSORIO S. (2010) es el agua retenida en los poros entre 0,2 y 8 micrones. Se muestran las relaciones entre el espacio poroso ocupado por el agua y el correspondiente al aire en cada uno de estos estados, humedeciendo progresivamente.

2.2 FACTORES CLIMÁTICOS PREDOMINANTES EN RIEGO AGRÍCOLA

2.2.1. RADIACIÓN SOLAR

NAVA M. (2010) afirma que la radiación solar calienta las capas superiores de agua, mayor radiación o luminosidad mayor evaporación, cuando cesa la radiación se enfrían las capas superiores, el calor fluye a ella desde las capas

interiores más calientes, incrementándose así la evaporación superficial por tanto los riegos deben ser más frecuentes.

VILLALOBOS F. J. (2008) afirma que la radiación que permanece en el cultivo es (radiación neta). La transferencia puede ocurrir por convección, incrementando la temperatura del cultivo y su atmósfera (calor sensible), por conducción incrementando la temperatura del suelo, y también la del cultivo, o disipándose en calor latente como consecuencia de la evapotranspiración.

MAVI Y TUPPER (2004) clasifican la radiación solar en tres diferentes formas: la intensidad lumínica que es la cantidad de energía radiante, la calidad de luz que es la distribución espectral de la radiación y las horas luz por día.

2.2.2. TEMPERATURA

NAVA M. (2010) afirma que en días calurosos, con temperaturas altas, vientos fuertes y aire seco, las plantas transpiran más provocando mayores pérdidas de agua desde el suelo, los riegos deben ser distanciados si los días son más frescos, con vientos suaves, temperaturas bajas y aire húmedo.

2.2.3. PRECIPITACIÓN

Según FUENTE YAGUE JL. (1998), la precipitación incluye toda el agua que cae de la atmósfera a la superficie de la tierra (lluvias y heladas). Parte de la precipitación caída se pierde por escorrentía superficial, al penetrar a profundidad fuera del alcance de las raíces y por evaporación sobre la superficie del suelo o del cultivo.

El mismo autor define como precipitación efectiva aquella fracción de la precipitación total que es aprovechada por las plantas que depende de factores, como la inclinación del terreno, el tipo de suelo, la intensidad de la precipitación,

etc. Para calcular la precipitación efectiva: relacionar la precipitación efectiva P_e con la precipitación caída durante el mes P . FUENTE (1998).

Cuando P es superior a 75 mm se aplica la fórmula:

$$P_e = 0,8 P - 25$$

Cuando P es inferior a 75 mm se aplica la fórmula:

$$P_e = 0,6 P - 10$$

2.2.4. HUMEDAD RELATIVA (HR)

De acuerdo a MARTÍNEZ ÁLVARES. *et al* (2010), la HR se basa en la medida de las temperaturas del termómetro seco y del termómetro húmedo, generalmente por medio de resistencias metálicas. El primero determina la temperatura del medio ambiente; el segundo cubierto de una gasa húmeda, marca una temperatura que es función de la cantidad de agua evaporada, por lo tanto, de la presión de vapor de agua en la atmósfera. Ambas sonda de temperatura están situadas dentro de un abrigo ventilado.

2.2.5. VIENTOS

Para FUENTES YAGUE (1998), el viento es el aire en movimiento, se produce cuando se calienta una masa de aire de un lugar de la tierra; como el aire caliente pesa menos, se eleva y deja un espacio que viene a ocuparlo el aire de las proximidades y así, de esta manera, el aire se pone en movimiento. El mismo autor dice que el viento por tanto, va de las zonas más frías a las más calientes.

NAVA M. (2010) afirma que a mayor velocidad del viento, el suelo se seca más rápido y las plantas transpiran más, requiriendo riegos más frecuentes.

2.3. NECESIDADES HÍDRICAS DE LOS CULTIVOS.

2.3.1. EVAPORACIÓN

BARRERA LIZARAZO y CASTAÑÓN G. (2000) definen a la evaporación como el paso del agua de un estado líquido a vapor; la misma que se puede perder de la superficie del suelo por la acción de factores naturales, temperatura, viento, presión atmosférica y grado de salinidad del agua.

Según CASTAÑÓN G. (2000), cualquier superficie en la que se produzca la evaporación necesita calor, unas 600 calorías por gramos, por lo general ha portado por la energía radiante del sol. La evaporación del agua depende del poder evaporante en cada punto en que se produce, su estimación es primordial para el riego, con el fin de determinar el agua que se debe aportar

ANDRADE. *et al* (1996) aseguran que la evaporación se produce en los primeros estadios de crecimiento del cultivo, cuando las plantas son pequeñas y gran parte de la superficie del suelo está expuesta a la radiación solar; sí bien el agua transpirada es la parte de agua absorbida que no es retenida por la planta, es de gran utilidad para el crecimiento y la regulación de la temperatura de la misma.

2.3.2. TRANSPIRACIÓN

Para MEDINA SAN JUAN J. (2000), la transpiración es la relación entre el agua transpirada y el agua aplicada a la planta; los valores normales de transpiración están dados por rangos, pero no hay un límite mínimo, ya que dependerá de las condiciones de riego y por lo tanto de las posibilidades de realizar un buen manejo del mismo.

SÁNCHEZ FJ. (1992) afirma que el fenómeno biológico por el que las plantas pierden agua a la atmosfera y absorben agua del suelo a través de sus raíces, permite adquirir una pequeña parte para su crecimiento y el resto lo transpiran.

2.3.3. EVAPOTRANSPIRACIÓN DE REFERENCIA ET_0

DOORENBOS J. y PRUITT W. (1990) definen a la evapotranspiración de referencia ET_0 como la combinación de dos procesos separados por los que el agua se pierde a través de la superficie del suelo: evaporación y transpiración del cultivo.

ALLEN *et al* (2006) define la ET_0 como un parámetro relacionado con el clima que expresa el poder evaporante de la atmósfera, así:

- ET_0 se refiere a la evapotranspiración en condiciones óptimas que se encuentran de manifiestas en parcelas con un excelente manejo, un adecuado aporte de agua y que logra la máxima producción de acuerdo a las condiciones climáticas.
- Generalmente la Evapotranspiración del cultivo (ET_c) necesita de una corrección, cuando el manejo no es óptimo y se presentan limitantes ambientales que afectan el crecimiento del cultivo, que restringen la evapotranspiración.

De igual manera señala, que la ET_0 es también un parámetro climático, que puede ser obtenido a partir de datos meteorológicos, el método Penman-Monteith se recomienda como el método de determinación de ET_0 .

2.3.4. TINA DE EVAPORACIÓN

Según ZAMORA *et al* (2011), para mejorar tanto la calidad del agua como su eficiencia se necesita estimar la evapotranspiración de los cultivos. Para realizar este cálculo se pueden usar diferentes métodos, entre ellos la tina de Evaporación clase A, es una herramienta útil para determinar la demanda evapotranspirante de los cultivos. Es utilizada por muchos investigadores con propósitos de programación de riego que contribuyen al mantenimiento óptimo del agua de riego para el crecimiento y producción de los cultivos.

Para CASTAÑON G. (2000), la tina de evaporación clase A es una de las más utilizadas, fundamentado en el hecho de que la evapotranspiración de las plantas y la evaporación desde la superficie de agua libre están provocadas por la mismas causas: radiación solar, temperatura, humedad ambiental, y acción del viento. Su utilización ha ido en aumento ya que permite determinar la E_t en periodo corto de tiempo. La evaporación de la tina se determina por diferencia de medidas del nivel de agua, la E_{T_0} se calcula por la fórmula:

$$E_{T_0} = K_p \cdot E_p$$

El mismo autor menciona que las lecturas deben efectuarse todos los días a la misma hora y para evitar diferencias de evaporación el nivel de agua debe mantenerse entre 50 y 75 mm por debajo del borde de la tina.

Según CAMPOS D., FLORES K. y VÁSQUEZ A. (2007), la tina de evaporación es el instrumento utilizado para medir la cantidad o volumen de agua; es un instrumento manual que en horas de la mañana antes de salir el sol, marca el nivel del agua y después de transcurrido el día marca el último nivel y con esto se realizan operaciones matemáticas resultados que determinan o definen la evaporación diaria, con altos niveles de precisión, debajo de la tina se encuentra una estructura que impide la transferencia de calor del suelo para hacer las lecturas más precisas.

2.3.4.1 Características de la tina de evaporación clase A.

ALLEN *et al* (2006) explica que la tina Clase A debe cumplir las siguientes características:

- Circular, de hierro galvanizado de 3 a 4 mm de espesor o acero inoxidable de 2 mm de espesor; 47,5 pulgadas de diametro (120,7cm), 10 pulgadas de profundidad (25,5cm).
- Construida de hierro galvanizado (0,8 mm).

- Situada sobre una plataforma de madera, de reja cuadrada de aproximada 130 cm de lado y de 15 cm, de altura.
- La tina debe estar al nivel; se llena con agua hasta 5 cm por debajo del borde y el nivel del agua no debe disminuir hasta más de 7,5 cm por debajo del borde.
- El agua debe ser regularmente cambiada, al menos semanalmente, para eliminar la turbidez.
- Estar protegida con malla de seguridad para evitar el acceso de los animales, pájaros, personas, etc.
- Abierta a todos lados para permitir la circulación del aire.
- La distancia puede ser 10, 100 o 1000 m. Es preferible que la estación se encuentre situada en el centro o dentro de los campos cultivados
- Las lecturas de la tina se realizan diariamente en la mañana a la misma hora que se mide la precipitación.
- Las mediciones se realizan dentro de un área estable situada cerca del borde de la tina.
- El área estable la produce comúnmente un cilindro de metal de cerca de 10 cm de diámetro y 20 cm de profundidad con una pequeña abertura en la base para permitir el flujo de agua.

2.3.4.2. Coeficiente de tina (Kp)

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR (2004) menciona que en el caso de superficies extensas de barbechos desnudos y con un desarrollo agrícola nulo, se deben reducir los valores del Kp en un 20 % en condiciones de mucho calor y vientos fuertes; y en un 5 - 10 % tratándose de una temperatura, humedad y vientos moderados.

ALLEN *et al.* (2006) detalla los coeficientes del tanque evaporímetro (Kp) (cuadro 2) para el tanque Clase A, para diversas localizaciones y ambientes, velocidad media de viento y de humedad relativa.

Cuadro 2. Coeficientes del tanque evaporímetro (Kp)

Tanque Clase A	Caso A: Tanque situado en una superficie cultivada				Caso B: Tanque situado en un suelo desnudo			
		Baja	media	Alta		baja	media	alta
HR media		< 40	40-70	> 70		< 40	40-70	> 70
Velocidad del viento (m s-1)	Distancia del cultivo a Barlovento (m)				Distancia del barbecho a barlovento (m)			
Baja < 2	1	0,55	0,65	0,75	1	0,70	0,8	0,85
	10	0,65	0,75	0,85	10	0,60	0,7	0,8
	100	0,70	0,8	0,85	100	0,55	0,65	0,75
	1000	0,75	0,85	0,85	1000	0,5	0,6	0,7
Moderada 2-5.	1	0,5	0,6	0,65	1	0,65	0,75	0,8
	10	0,6	0,7	0,75	10	0,55	0,65	0,7
	100	0,65	0,75	0,8	100	0,5	0,6	0,65
	1000	0,7	0,8	0,8	1000	0,45	0,55	0,6
Alta 5-8.	1	0,45	0,5	0,6	1	0,60	0,65	0,7
	10	0,55	0,6	0,65	10	0,50	0,55	0,65
	100	0,6	0,65	0,7	100	0,45	0,5	0,65
	1000	0,65	0,7	0,75	1000	0,45	0,45	0,55
Muy alta > 8 10	1	0,40	0,45	0,50	1	0,50	0,6	0,65
	10	0,45	0,55	0,60	10	0,45	0,5	0,55
	100	0,50	0,6	0,65	100	0,4	0,45	0,5
	1000	0,55	0,6	0,65	1000	0,35	0,4	0,45

Fuente: Universidad Agraria del Ecuador (2004).

2.3.5. EVAPOTRANSPIRACIÓN DEL CULTIVO

PALOMINO VELASQUEZ K. (2009) afirma que la evapotranspiración del cultivo indica la tasa de evapotranspiración de un cultivo excepto de enfermedades, que crece en un campo extenso (una o más) en condiciones

óptimas de suelo, incluida una fertilidad y agua suficiente, en el que se llega al potencial de plena producción con arreglo al medio vegetativo.

Para DOOREMBOS J. y PRUITT WO. (1974), cuando la evapotranspiración se produce sin ninguna restricción de agua en el suelo se conoce como "evapotranspiración máxima del cultivo" (ET_c). La (ET_c) corresponde con la cantidad de agua que debe ser aportada al suelo estacionalmente mediante lluvia y/o riego.

2.3.6. EL COEFICIENTE DE CULTIVO (k_c)

Según PALOMINO VELASQUEZ K. (2009), el coeficiente de cultivo (k_c) es un factor que indica el grado de desarrollo o cobertura del suelo por el cultivo del cual se requiere evaluar su consumo de agua. Se tendrá en cuenta los efectos de la característica del cultivo sobre las necesidades de agua, para lo cual se presentan unos coeficientes de cultivo (k_c), con el objetivo de relacionar la evapotranspiración potencial con la evapotranspiración del cultivo.

La FAO (1999) define como coeficiente del cultivo (k_c) la relación entre las necesidades diarias de riego del cultivo (ET_c) y la evapotranspiración de referencia (ET_o).

ALLEN *et al* (2006) describe las variaciones en la cantidad de agua que las plantas extraen del suelo a medida que se van desarrollando, desde la siembra hasta la recolección. Se diferencian 4 etapas o fases de cultivo:

- Inicial: Desde la siembra hasta un 10 % de la cobertura del suelo.
- Desarrollo: Desde el 10% de cobertura y durante el crecimiento activo.
- Media: Entre floración y fructificación, 70-80 % de cobertura de cada cultivo.
- Maduración: Desde madurez hasta recolección.

La figura 2 muestra la secuencia general y etapas de crecimiento, correspondiente a diferentes tipos de cultivos (FAO ,2006).

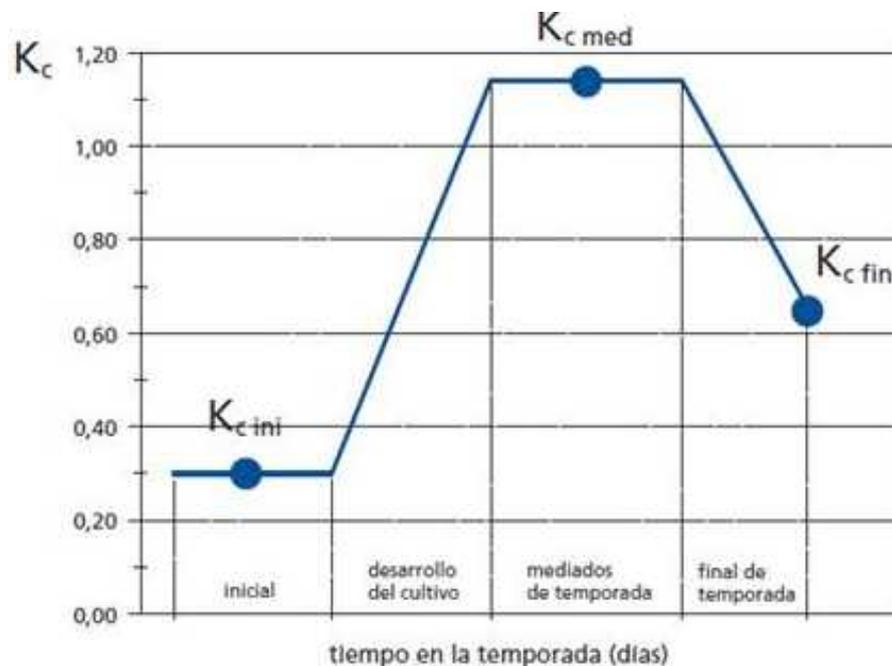


Figura 2. Secuencia general y etapas de crecimiento, correspondiente a diferentes tipos de cultivos (FAO ,2006).

2.3.7. CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO

BARRERA LIZARAZO (2000) menciona que la calidad del agua de riego dependerá principalmente del contenido de limo y constituyentes salinos. Entre los factores salinos más importante para la calidad del agua están, la concentración total, la proporción de sodio a otro cationes, y la presencia de iones especialmente tóxicos, como borato o, para algunos cultivos, posiblemente cloruro, sodio o bicarbonato.

Conforme a MENDOZA SI. (2009), la calidad de agua se define por sus característica físicas, químicas, y biológicas; siendo los factores físicos de mayor importancia en aguas utilizadas para el riego, la calidad también cambian según el tipo, calidad de sales disueltas, su movilidad en el perfil del suelo en la medida que se evapora el agua o es consumida por las plantas. Por lo tanto, la calidad del

agua es una consideración importante para la investigación de las condiciones de salinidad o contenido de sodio intercambiable en los suelo de cualquier zona de riego, la salinidad reduce el crecimiento y desarrollo de las plantas, porque la concentración de sales en la solución del suelo disminuye la disponibilidad de agua para que sea absorbida por las raíces de las plantas, los iones soluble reduce la disponibilidad de agua hacia la plantas, debido a un fenómeno que se conoce como el efecto de presión osmótica.

LLORE GUERRERO I. (2010) señala los tipos de calidad y normas de uso según las Normas Riverside:

- 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 tolerantes a la salinidad.
- C4 Agua de salinidad alta que en muchos casos no es apta para el riego. Sólo debe usarse en suelos permeables y con buen drenaje, empleando volúmenes en exceso para lavar las sales del suelo y utilizando cultivos tolerantes a la salinidad.
- C5 Agua de salinidad excesiva, que sólo debe emplearse en casos 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, 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.

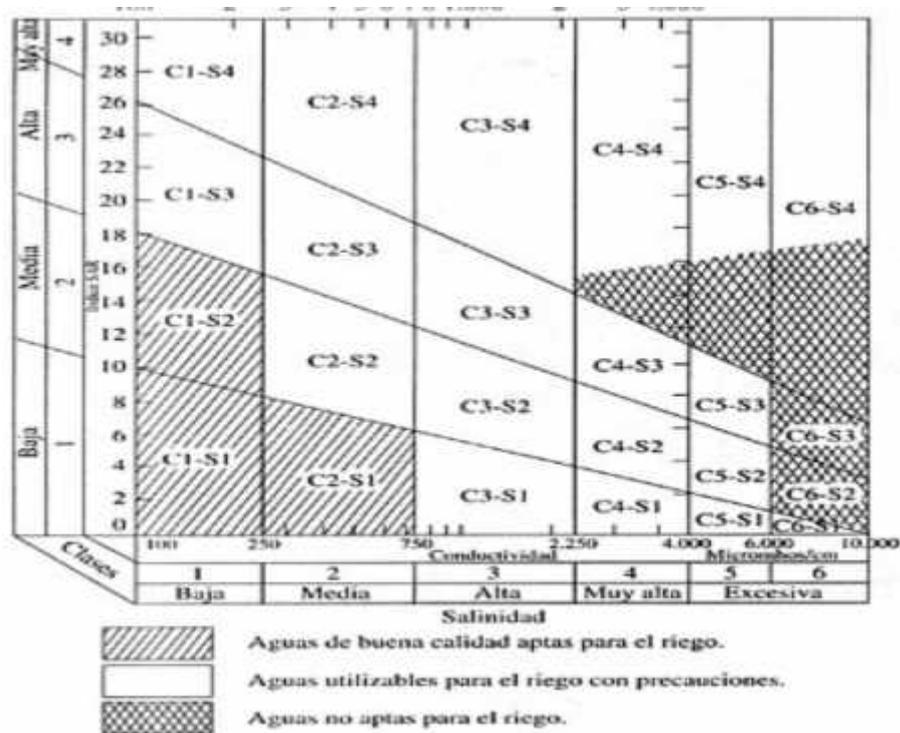


Figura 3. Normas de Riverside para evaluar la calidad de las aguas de riego (U.S. Soil Salinity Laboratory).

Fuente: Blasco y de la Rubia (Lab. de suelos IRYDA, 1973)

2.3.8. FRACCIÓN DE LAVADO (FL)

CASTAÑÓN G. (2000) expresa que la fracción de lavado es el arrastre, por infiltración profunda, para que no exista salinización del suelo; es evidente que la cantidad de sal aportada por el riego debe ser extraída con el agua de lavado; se

suele lavar lo suficiente para que la cantidad de sales del suelo no alcance valores que disminuyan la producción del cultivo en porcentaje demasiado altos.

2.3.9. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (CU)

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR. (2004) menciona que para calcular el coeficiente de uniformidad de caudales se elegirá un número determinado de emisores distribuidos uniformemente dentro de la subunidad de riego representativo del conjunto de la instalación.

- Se recomienda seleccionar 16 emisores para calcular el CUC.
- Se eligen las laterales más cercanos y más lejanos de la válvula de la tubería terciaria y los dos intermedios.
- En cada lateral se seleccionan cuatro emisores siguiendo el mismo criterio, es decir, el más cercano, el más lejano de la toma del lateral y los dos intermedios.
- Con una probeta o vaso graduado se medirá el volumen de agua suministrado por los emisores que se hayan seleccionado en un tiempo determinado. Este tiempo será igual para todos ellos.

En tuberías emisoras porosas o con orificios separados a menos de 0,30 m, mediante un recipiente adecuado se recogerá el agua que salga en un metro de tubería en cada una de las localizaciones anteriores, esto es 16 por subunidad con las medidas obtenidas se calcula el caudal.

En cada una de las plantas seleccionadas se tomarán presiones. Esta lectura es conveniente realizarlas inmediatamente después de la prueba anterior

1. Se calcula la medida de los caudales de los emisores que representan la cuarta parte de más bajo caudal ($q_{25\%}$), (en caso de seleccionar 16 emisores se calcula la media de los menor caudal).
2. Se calcula la media de los caudales medidos en todos los emisores, q_{med} .

3. Una vez que se conoce la medida de los caudales de los emisores que representan la cuarta parte de más bajo caudal y la media de todos los caudales medidos ($q_{25\%}$ y q_{med}) se calcula el coeficiente de uniformidad de riego de la subunidad mediante la siguiente ecuación:

$$CU = \frac{q_{25\%}}{q_{med}} \times 100$$

CU: es el coeficiente de uniformidad de riego del módulo evaluado en el campo, en %.

q 25%: es la media del 25 % de valores más bajos de los volúmenes de agua recibidas por las plantas, de todas las medidas realizadas en el campo

q med: es la media de todos los volúmenes de agua recogidos en el campo.

2.3.10. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

Los requerimientos de riego de los cultivos varían en función del clima, manejo, fase fenológica y tipo de cultivo, por lo que su cálculo debe ser realizado en forma local, que permita asegurar la humedad adecuada en la zona de raíces durante las etapas críticas y obtener rendimientos óptimos.

RUIZ CANALES A *et al* (2010) afirma que la programación de riego es el conocimiento de la función de la producción de un cultivo, en relación del agua aplicada con la producción obtenida, en variar a lo largo del crecimiento y permitir los momentos claves en la aplicación de agua al cultivo, la información que se tenga sobre el estado de la planta (estado vegetativo de la planta, grosor del tronco, temperatura de la hoja, etc.) y la atmósfera circundante (temperatura ambiente, evapotranspiración de referencia, humedad relativa, etc.) que influyen de manera significativa en la programación de riegos, dependiendo de la naturaleza de las informaciones que se tengan de los aspectos anteriormente citados se definen los principales métodos de programación de riego.

RIMACHE ARTICA M. (2008) se refiere a la importancia de considerar la forma como se pierde, se dispersa el agua de riego y tomar las precauciones de acuerdo a la realidad local y del cultivo. Se debe considerar: como, cuando, cuánto regar.

- El área de siembra deberá limitarse a las dotaciones asignadas a la unidad que se cultiva.
- Asegurar que los turnos de agua coincidan con la secuencia de los cultivos y con los momentos críticos
- Determinar los volúmenes asignados por unidades de área (turno/ha.), ayudará a definir horas para los riegos claves, que son mayores a los que se usa en el mantenimiento.
- Revisar los sistemas de conducción del agua y procurar una adecuada disposición del campo sembrado, a fin de evitar mayores pérdidas de agua.

El mismo autor, resalta la importancia de conocer cuando regar. En el caso concreto del maíz, que es una planta eficiente en la producción de materia seca por volumen de agua transpirada, utiliza un promedio 250-350 litros de agua por cada kilogramo de materia seca producida, consumo que es variable según las condiciones ambientales (menor-mayor-transpiración- evaporación), periodos de sequía o deficiencia de humedad le son perjudiciales cuando esta condición se presenta alrededor de la floración.

GARCÍA CASILLAS I. (2009) manifiesta que debe considerarse previamente qué tanta agua se debe aplicar y cuándo aplicarla. Se seguirá los siguientes pasos:

- Para cada periodo desde el último dato conocido de la condición en la humedad del suelo, calcule la evapotranspiración que ocurre en el campo.
- Reste la evapotranspiración de campo al contenido de humedad del suelo del último dato conocido para actualizar el estatus de la humedad en el suelo.
- Si la depleción de la humedad en el suelo (DHS), es mayor o igual al valor establecido de depleción permisible de la humedad (DPH), inicie un riego, si no es el caso.

- Calcule la fecha del siguiente riego.

Señala el mismo autor, que debe considerarse las definiciones de capacidad de campo que es la máxima cantidad de agua que pueda almacenar el suelo en porcentaje de su peso seco; es necesario que la humedad se obtenga al precisar los momentos críticos del cultivo, lo que hará más eficiente y oportuna el uso del riego.

2.4 GENERALIDADES DEL MAÍZ

2.4.1 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

Clasificación taxonómica para el maíz según CRONQUIST A. (1981):

Reino	Vegetal
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliopdida
Clase	Magnoliophyta
Orden	Gramineas
Familia	Poaceae
Tribu	Maydeae
Género	<i>Zea</i>
Especie	<i>mays L.</i>

2.5. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DEL MAÍZ

2.5.1 ORIGEN Y MORFOLOGÍA

RIMACHE ARTICA M. (2008) señala la siguiente descripción botánica del maíz:

Origen: Procede del Valle Sagrado de los Incas, Andes Peruanos.

Planta: Es una planta herbácea anual, con ciclo vegetativo de 80 a 200 días. Su altura está entre los 40 centímetros y los 3 metros.

Sistema radicular: Alcanza hasta dos metros de profundidad y presenta raíces de sostén o soporte; las primeras son fibrosas, adventicias, y nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo.

Tallo: Cilíndrico, largos entrenudos, compuesto por tres capas.

Hojas: Larga vaina, el limbo es largo, un poco ancho y terminado en punta, de bordes enteros y con nervaduras paralelas (hojas paralelinervias). Toman una forma alargada íntimamente arrollada al tallo, del cual nacen las espigas o mazorcas.

Inflorescencia: Son monoicas; flores masculinas (panícula) y femeninas; numerosos estilos muy salientes y colgantes después de la floración (pelos de elote); cada ovario se transforma en un fruto.

El fruto: Es amarillo, púrpura o blanco, se agrupan formando hieleras alrededor de un eje grueso o "zuro" y se le conoce como mazorca.

2.6. AGROECOLOGÍA DEL CULTIVO DE MAÍZ

2.6.1 CLIMA

Para MOYA TALENS J. A. (2009), el clima es la influencia de los fenómenos meteorológicos, la temperatura y las precipitaciones: en las temperaturas se toman como valores de referencia las medias mensuales, y la media anual, las precipitaciones mensuales y la anual. Si a la evaporación del suelo se le suma la producida por la plantas, se tiene la evapotranspiración, cuyo dato es básico para calcular las necesidades hídricas de cada cultivo.

DAVID B. y PARSONS I. (2008) demostraron que el maíz necesita un clima relativamente cálido y agua en cantidades adecuadas. Se cultivan en regiones de

clima caliente y subtropical húmedo, pero difícil su adaptación en regiones semiáridas.

Para estos autores, la temperatura debe oscilar entre 20 y 30 °C. La temperatura óptima depende del estado de desarrollo. Dichas temperaturas son:

	Mínima	Óptima	Máxima
Germinación	10 °C	20 a 25 °C	40 °C
Crecimiento vegetativo	15 °C	20 a 30 °C	40 °C
Floración	20 °C	21 a 30 °C	30 °C

Germina sin problema en la oscuridad y para su crecimiento requiere pleno sol.

Además sostienen que el maíz florece rápido durante los días cortos de luminosidad; los mayores rendimientos de maíz se obtienen con 11 o 14 horas de luz por día:

Los autores añaden que la cantidad de agua durante la temporada de crecimiento no debe ser menor de 300 mm, la óptima de lluvia es 550 mm; y la máxima, 1000 mm; las variedades precoces necesitan menos agua. Los vientos calientes y secos pueden provocar la desecación de los cabellos de elote. Si esto sucede, los cabellos pierden su poder de recepción de polen.

2.6.2 EL SUELO

CASTAÑÓN G. (2000) menciona que el maíz se adapta a una amplia variedad de suelos, siempre que se utilicen variedades adecuadas y técnicas. Los suelos pesados como los arcillosos, por su facilidad para inundarse, y los suelos arenosos afectan el desarrollo por su propensión a secarse demasiado; los suelos relativamente ligeros son preferibles por su facilidad para drenar y conservar el calor. En lugares de escasas precipitaciones, dotado de alta capacidad retentiva de agua son los más convenientes. Los mejores suelos son los de textura media francos, fértiles, profundos y con elevada capacidad de retención de humedad.

ENRÍQUEZ GA. (2004) asegura que un suelo es bueno cuando no tiene factores limitantes para el desarrollo de las plantas, es decir, es profundo, sin mucha piedra, fértil, bien drenado, con poca pendiente. Un suelo es regular, cuando tiene algún factor limitante, pero no muy serio, que puede modificarse a bajo costo. Un suelo es pobre cuando tiene más de dos factores.

2.7 CARACTERISTICAS DEL MAIZ OBTENIDAS EN DIFERENTES INVESTIGACIONES

ZAMORA-SALGADO *et al* (2 011) aplicando tratamiento de 70, 85, 100, y 105 % de la evaporación con riego por goteo programado con la tina de evaporación clase A, obtuvo gastos de 2492, 3062, 3560, 4094 m³/ha. por tratamiento.

En Irán, JAMSHIDI, A. R. MAHMODZADEH, M. TAYARI, E. (2012), midió los efectos de diferentes niveles de riego por goteo (cinta), densidad de plantas (una fila y dos filas). Los niveles de riego 55, 75, 100 y 125 % de evaporación, no influenciaron en las variables agronómicas.

CONTRERAS MARCOS (2004) comprobó los rendimientos de cultivo de maíz en dos sistemas de riego y algunos indicadores de productividad de riego, en la Universidad Nacional del Nordeste, el peso de 1 000 semillas con 193,4 280 312,2 gramos, siendo los tratamiento T1, T2, y T3, los resultados obtenidos no resultan significativos para definir la producción excepto el peso de 1000 semillas.

LIBORIO FENECH LARIOS *et al* (2 007) evaluó la eficiencia del agua en maíz (*Zea Mays L.*) con riego por goteo, en el Valle de la Paz, Baja California Sur, México. Los tratamiento 85 %, y 100 % de la evaporación, determinado en el tanque Evaporímetro clase A, obtiene producciones similares de 9 049,34 y 9 271,58 Kg/ha, con volumen aplicado de 3062 y 3560 m³/ha.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se desarrolló en la Granja Experimental de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, ubicada en la parroquia Manglaralto, cantón Santa Elena como parte del trabajo de investigación comportamiento agronómico de cultivo hortícola bajo riego deficitario en trópico seco del litoral ecuatoriano que ejecuta el Centro de Investigación Agropecuaria CIAP con fondo propio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



Figura 4. Localización del ensayo (UPSE, Manglaralto)

Las coordenadas geográficas son: UTM 9796375 m S y 528964 m E Datum WGS 1984 zona 17 M; altitud 11 msnm, las características climatológicas:

precipitación anual 100 – 200 mm; heliofanía 12 horas luz; temperatura media anual 20-30 °C. Según (CENAIN, 2014).

Manglaralto se caracteriza por presentar dos estaciones en el año: la época lluviosa y la época seca. La primera desde diciembre a abril y la segunda de mayo a noviembre con ligeras lloviznas y bajas temperaturas.

3.2. CARACTERÍSTICAS DE AGUA Y SUELO

El análisis químico del suelo, realizado en el laboratorios de INIAP-Bolicho (cuadro 3 y 4, Anexos 1 y 2) determinó un suelo franco arcilloso limoso; un pH 7,7 ligeramente alcalino, fosforo y potasio alto, nitrógeno medió, suelo no salino, con una C.E. de 0,91 ms/cm.

Cuadro 3. Propiedades químicas del suelo

Elementos	Cantidad ug/ml	Interpretación
pH	7,7	Ligeramente alcalino
Nitrógeno	36	Medio
Fosforo	22	Alto
Potasio	1185	Alto
Calcio	3098	Alto
Magnesio	587	Alto
Azufre	41	Alto
Zinc	1,1	Bajo
Cobre	7,1	Alto
Hierro	21	Medio
Manganeso	4	Bajo
Boro	0,63	Medio

Cuadro 4. Análisis del extracto de pasta de suelo

<u>Elementos</u>	<u>Cantidad (mg/l)</u>	<u>Interpretación</u>
pH	8,3	Lal
C.E.	0,91	mS/cm
Sodio	22	mg/L
Potasio	1185	mg/L
Calcio	3098	mg/L
Suma	224	mg/L
CO ₃ H	3,2	meq/L
CO ₃	1,6	meq/L
SO ₄	3	meq/L
RAS	3	
PSI	3	

Los datos del análisis de agua (cuadro 5) señalan que el agua es de salinidad mediana a alta, con bajo contenido de sodio 98,1 mg/L. La clase de agua C3S1, señala alta salinidad, puede utilizarse para el riego agrícola, con buen drenaje usando volumen de agua para lavar el suelo y utilizar en cultivos tolerantes a la salinidad con bajo contenido en sodio.

Cuadro 5. Análisis químico de agua

Elementos	Cantidad	Interpretación
C.E.	911	mS/cm
Calcio	90,9	mg/L
Magnesio	14,4	mg/L
Sodio	98,1	mg/L
Potasio	7,3	mg/L
CO ₃	ND	meq/L
HCO ₃	4,6	meq/L
CL	2	meq/L
SO ₄	4	meq/L
pH	7,4	
RAS	3	
PIS	2	
% Na	42,64	
Clase	C ₃ S ₁	

3.3. MATERIALES Y EQUIPOS

3.3.1. MATERIALES

- Cinta métrica
- Balizas
- Martillo
- Azadón
- Machete
- Palas
- Libreta de apunte
- Lápiz

- Tabla de campo
- Letreros de identificación
- Rollos de teflón
- Piola
- Llaves de tubo
- Pinturas
- balanza
- Pincel
- Botas
- Mascarilla
- Calibrador Vernier
- Varilla de hierro

3.3.2. EQUIPOS

- Sistema de riego (manguera, conectores, goteros, etc.)
- Bomba de mochila CP3
- Cámara fotográfica
- Computadora
- GPS
- Termómetro de ambiente
- Hidrómetro
- Calculadora

3.4. MATERIAL BIOLÓGICO

El material biológico utilizado en la investigación fue AGRI-104.

PÉREZ et al., (2009) y TAMAYO (2008) señalan que AGRI-104 es un maíz híbrido amarillo-anaranjado, con altos contenidos de beta carotenos; manifiesta tolerancia a sequía y buen comportamiento en suelos salinos, que le permite

competir con altos porcentajes de producción. Resiste una mayor tolerancia al volcamiento y a enfermedades como tar spot o Mancha de asfalto (*Serenomycesphoenicis*).

La tolerancia que presenta a la sequía le permite permanecer con las hojas verdes y brillosas aún en ausencia de hasta 30 días de lluvia. Se recomienda una densidad de 55000 plantas por hectárea. Para la siembra se requieren aproximadamente de 20- 25 kg de semilla. Se siembra 1 semilla por sitio con una distancia entre plantas de 22 cm (4,4 semillas por metro lineal), y entre surcos de 80 o 90 cm.

3.4.1. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS

Según TROPICALCIS (2008), las características agronómicas del maíz Agri-104 son:

Cuadro 6. Características agronómicas del maíz Agri-104

Zona de Adaptación	Clima cálido-medio	Clima cálido	Clima medio-frío moderado	Clima cálido-húmedo
Días de emergencia a cosecha de grano		120 días	125 días	143 días
Periodo vegetativo				51 días
Días a floración femenina				51 días
Días de emergencia a cosecha de forraje.			68 días	70 días
Porcentaje de proteínas de la mazorca				18,30%
Porcentaje de proteínas del forraje				9,50%
Altura de la planta	201 cm	216 cm	250 cm	260 cm
Madurez fisiológica				148 días
Madurez comercial (de emergencia a cosecha)				150 días
Madurez comercial del forraje (de emergencia a cosecha de forraje)				70 días
Color de la semilla				Amarillo
Textura				2,0 cristalino
Prolificidad				1.0
Longitud de la mazorca superior				18,3 cm
Número de hileras por mazorca				16
Relación grano/marzo				85 gr
Resistencia al volcamiento				Muy buena
Altura de las mazorcas				136 cm
Altura de la mazorca inferior				136 cm
Rango altitudinal	0-1600msnm	0-1000 msnm	1600-2200msnm	0-600msnm
Mazorca con punta descubierta				> 1%
Porcentaje de la tusa				18-20%
Granos por hileras				38
Diámetro de la mazorca				5,6 cm
Longitud de la hoja				65 cm
Número de entrenudos de pedúnculo				7
Largo del pedúnculo				14 cm
Diámetro de la tusa				3,6 cm
Largo de la hoja				62 cm
Ancho de la hoja				12 cm

3.5. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

La investigación constó de cinco tratamientos con cuatro repeticiones, se utilizó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (cuadro 7), las medias de los tratamiento fueron analizados con la prueba de Duncan al 5% de significancia estadística.

Cuadro 7. Esquema del análisis de varianza

Fuente de Variación	Grado de Libertad	
Tratamiento	r-1	4
Repeticiones	t-1	3
Error experimental	(r-1)(t-1)	12
Total	rt-1	19

Los tratamientos fueron los siguientes:

- T₁ 60 % de evaporación
- T₂ 70 % de evaporación
- T₃ 80 % de evaporación
- T₄ 90 % de evaporación
- T₅ 100 % de evaporación

3.6. DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado en el campo fue el siguiente:

Diseño experimental	DBCA
Número de tratamiento	5
Número de repeticiones	4
Número total de parcela (UE)	20
Área total de la parcela	30m ²
Área útil de la parcela	15m ²
Área del bloque	150m ²
Área útil del bloque	75m ²
Efecto de borde	3 m
Distancia entre líneas	1,50m x 0,20m
Longitud de línea de siembra	20m ²
Número de plantas por sitio	1 Plantas
Número de plantas por línea	200 Plantas
Número de plantas experimento	400 Plantas
Número de plantas por hectárea	66 666 Plantas
Forma de la parcela	Rectangular
Distancia entre bloque	2 m
Distancia de bloques al cerramiento perimetral por los 4 lado	3 m
Área útil del ensayo	600 m ²
Área total del ensayo	1 200 m ²

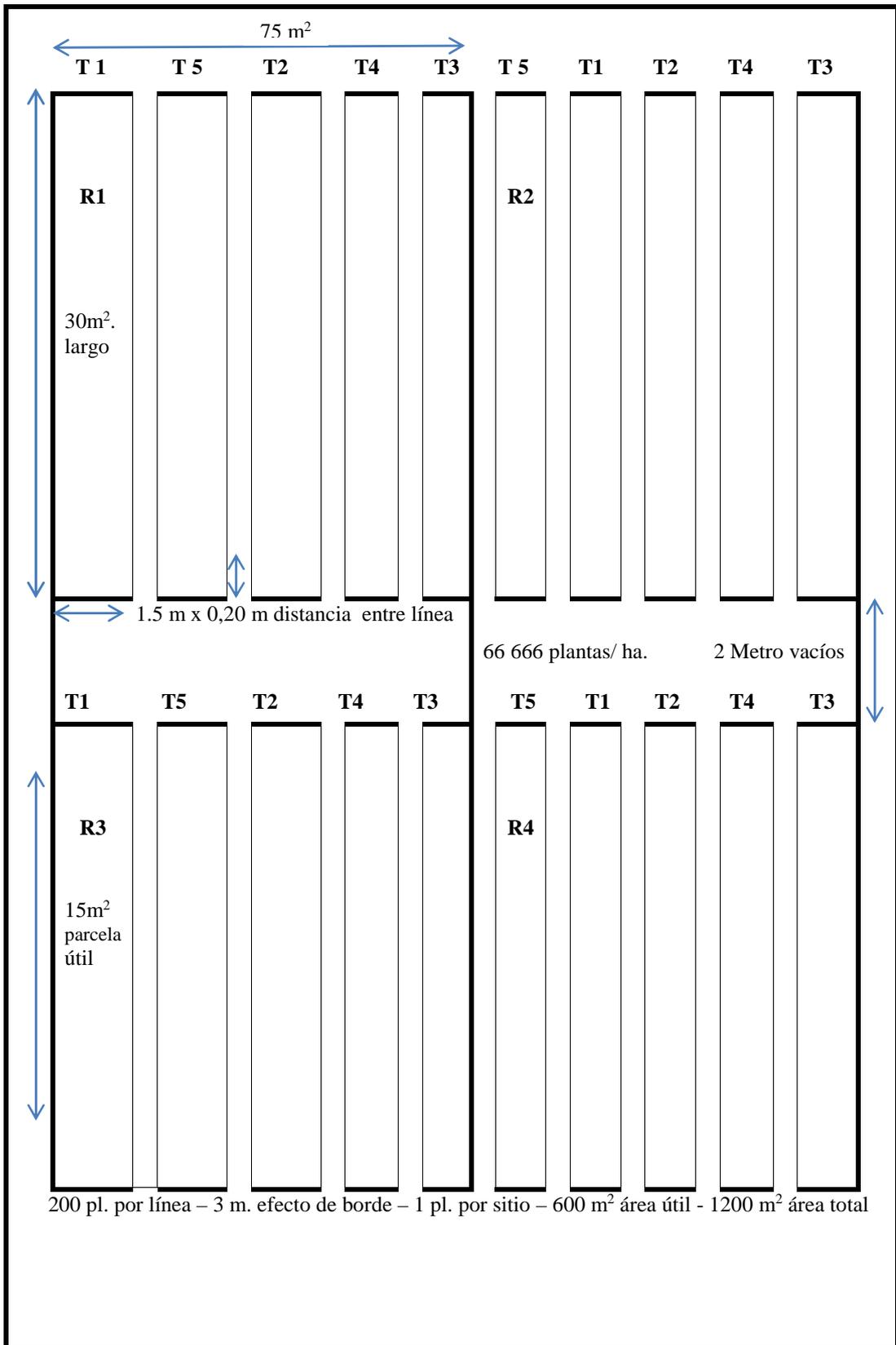


Figura 5: descripción de los tratamientos en el lote experimental.

3.7. MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.7.1. PREPARACIÓN DE SUELO

Consistió en la limpieza de malezas existentes, pase de arado, rastra y medición del área de ensayo.

3.7.2. SIEMBRA

La siembra se realizó el 30 de Noviembre del 2013 en doble fila a 0,20 cm entre plantas, colocando una semilla por sitio; distancia entre líneas 1,5 m.

3.7.3. FERTILIZACIÓN NPK

La fertilización se la realizó mediante fertirriego en base a las necesidades del cultivo considerando el análisis de suelo.

En la fertilización se aplicó la totalidad de fosforo y potasio en la profundidad del suelo a 0.10 m, fue de 50 Kg/ ha, cada uno.

La dosis de fertilizante por hectárea fue para el fosforo utilizando MAP nitrógeno amoniacal y anhídrido fosfórico 12-60-00, es de 266.6 Kg/ha.

Como fuente de potasio se utilizó sulfato de potasio 43.15 %, se aplicó 150 Kg/ha, y para nitrógeno nitrato de amonio al 35% N, siendo 216.66 Kg/ha.

3.7.4. CONTROL FITOSANITARIO.

De acuerdo a la incidencia de plagas y enfermedades, previo monitoreo del cultivo. La dosis de insecticidas litros por hectárea fueron clorpirifos 1 cc/l,

cipermetrina 1 cc/l, y profenofos-Br-clorofenil 1 cc/l. Para su aplicación se utilizó una bomba de mochila, capacidad 20 litros de agua.

3.7.5. RIEGO

Se utilizó el sistema de riego por goteo, con goteros de 1,6 l/h, espaciados a 0,3 metros. La cantidad de agua aplicada en el riego, se la realizó de acuerdo con los tratamientos (T₁60%, T₂70%, T₃80%, T₄90%, T₅100%).

Las láminas de riego aplicadas se calcularon mediante la expresión:

$$d = \frac{ET_v \times K_c \times K_L \times K_p \times T}{LR \times CUD}$$

d	= Lámina de riego
ET _v	= Evaporación de la tina clase A
K _p	= Coeficiente de tina
K _L	= Coeficiente de localización para riego localizado
K _c	= Coeficiente del cultivo
T	= Tratamientos en porcentajes (60%, 70%, 80%, 90%, 100%.)
FL	= Fracción de lavado
CUD	= Coeficiente de uniformidad de distribución del riego

3.7.5.1. Evaporación de la tina clase A (ET_v)

La tina clase A se instaló sobre una plataforma de madera, longitud 130 cm y 15 cm de altura. Se llenó de agua hasta 5 cm por debajo del borde y se la protegió con malla para evitar el acceso de los animales, pájaros, personas.

Las lecturas se realizaron diariamente, a las 07:H00, para determinar la cantidad de agua; se utilizó una regla y se midió en milímetros.

3.7.5.2. Determinación del coeficiente de tina (Kp)

El coeficiente de tina fue calculado según fórmula detallada en el Manual 56 Riego y Drenaje de la FAO (ALLEN, 2006): se tomó 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.

Kp: coeficiente de tina

V2: velocidad promedio diaria del viento a 2 m altura

HR: media humedad relativa media diaria

Borde o distancia al borde de la superficie identificada.

HR media % (HR)	89
Velocidad del viento (m/s)	5,4
Distancia a barlovento (m)	2
Coeficiente de tina (kp)	0,71

$Kp=0,61+0,00341*89-0,000162*5,4*89-0,00000959*5,4*2+0,00327*5,4*LN(2)-$
 $0,00289*5,4*LN(86,4*5,4)-$

$0,0106*LN(86,4*5,4)*LN(2)+0,00063*POTENCIA(LN(2));2*LN(86,4*5,4)$

$Kp = 0,71$

3.7.5.3. 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 de 0,75 según criterio de (Hernández Abreu J.M. 1982).

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

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

$$Kl = 0,75$$

3.7.5.4. Coeficiente del cultivo (Kc)

Los coeficientes de cultivo para las diferentes etapas de desarrollo, se tomó y ajusto según la metodología descrita en el Manual 56 Riego y Drenaje de la FAO (Allen, 2006): “Valor promedio de Kc inicial relacionado con el nivel de ET_o y el intervalo de tiempo entre riegos o lluvias significativas durante la etapa inicial de crecimiento, para cualquier tipo de suelo, cuando los eventos de humedecimiento sean de ligeros a medianos (3-10 mm por evento)”

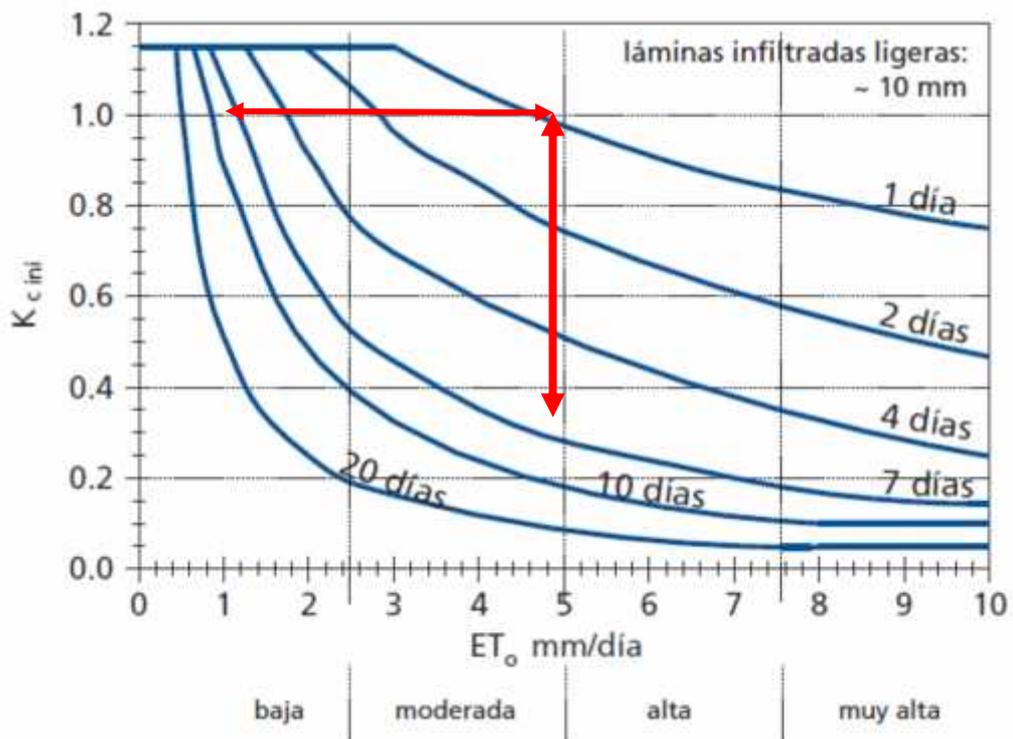


Figura 6. Determinación gráfica del valor de Kc ini

Fuente: ALLEN 2006. (Manual 56 de la FAO. Fig. 29).

El Kc para la etapa inicial se calculó mediante la fórmula:

$$Kc\ ini = fw \cdot Kc\ ini$$

$$Kc\ ini = 0.4 \times 0.85$$

$$Kc\ ini-aj = 0,42$$

El Kc para la etapa medio se calculó mediante la fórmula:

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

$$Kc \text{ med} = 1,15 + (0,04 * (5,4 - 2) - 0,004 * (89 - 45)) (2,6/3)^{0,3}$$

$$Kc \text{ med} = 1,04$$

Dónde:

$Kc \text{ med} = 1,15$ valor de $Kc \text{ med}$ obtenido del Cuadro 12 Allen, manual 56 FAO.

$u_2 = 5,4$ valor medio diario de la velocidad del viento a 2 m de altura $m \cdot s^{-1}$,

$HR_{\text{min}} = 89$ valor medio diario de humedad relativa.

$h = 2,6$ m altura media de las plantas durante la etapa de mediados del maíz.

El Kc para la etapa final se calculó mediante la fórmula:

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

$$Kc \text{ fin} = 0,9 + (0,04 * (5,4 - 2) - 0,004 * (89 - 45)) (2,6/3)^{0,3}$$

$$Kc \text{ fin-aj} = 0,89$$

Dónde:

$Kc \text{ fin} = 0,9$ valor de $Kc \text{ fin}$ obtenido del Cuadro 12 Allen, manual 56 FAO.

$u_2 = 5,4$ valor promedio de la velocidad diaria del viento a 2 m de altura

$HR \text{ min} = 89$ valor promedio de humedad relativa.

$h = 2,6$ m altura promedio de la planta durante la etapa final.

3.7.5.5. Determinación numérica del valor de Kc

El valor del coeficiente Kc para una etapa fija de la temporada de crecimiento, considerando que el valor de Kc durante la etapa inicial y media de temporada es igual al valor de Kc de toda la etapa. En las etapas de desarrollo y final, el valor de Kc varía en forma lineal entre el valor de Kc oportuno a la etapa previa (Kc_{prev}) y el valor de Kc al comienzo de la próxima etapa (Kc_{prox}), el cual corresponde al $Kc \text{ fin}$ en el caso de la etapa final: para determinar el Kc de cultivo en cualquier día de las etapas se utilizó la fórmula:

$$Kc_i = Kc_{\text{prev}} + \left[\frac{I - \sum(L_{\text{prev}})}{L_{\text{etapa}}} \right] (Kc_{\text{prox}} - Kc_{\text{prev}})$$

$$K_{ci} = 0,44 + \left[\frac{45 - \sum(25)}{30} \right] (1,02 - 0,44)$$

$$K_{ci} = 0,82$$

Donde

I= número del día dentro de la temporada de crecimiento

Kci= coeficiente del cultivo para el día i,

L= etapa duración de la etapa considerada [días],

(Lprev)= suma de las duraciones de las etapas previas [días].

3.7.5.6. Fracción de lavado (FI)

Para evaluar la calidad de las aguas de riego se utilizó las normas de Soil Salinity Laboratory Norma de Riverside (1973), que muestra la salinidad, la calidad, conductividad eléctrica del agua de riego, mediante el RAS, que considera los rangos por exceso de sodio calcio y magnesio.

La calidad de agua clase C2S1 (fig 3) por el análisis de agua, se considerada agua de salinidad media apta para el riego agrícola. En cuanto a la relación de salinidad se puede aplicar volúmenes de agua adicional como lamina de lavado, considerando que puede existir o presentarse problemas con cultivos muy sensibles a la sodicidad.

Los resultados del análisis de agua y salinidad de suelo se introdujeron en el modelo CHEMEQ, se calculó las composiciones y diluciones con estos datos se ejecutó el programa WATSUIT y se seleccionó la fracción de drenaje óptima basándose en la tolerancia de los cultivos determinando la lámina de lavado, pensando en el riesgo de salinidad sodicidad y toxicidad de los elementos analizados en el agua de riego y el anclado de las raíces del cultivo (Rhoades, et al., 1992).

En (fig. 6) se determinó la fracción de lavado en 10 % de dosis de riego considerando el lavado de sales a 75 % de la profundidad radical, para una

conductividad eléctrica de 1,7 dS/m valor que corresponde al 100 % de producción según, Mass y Hoffman (1977).

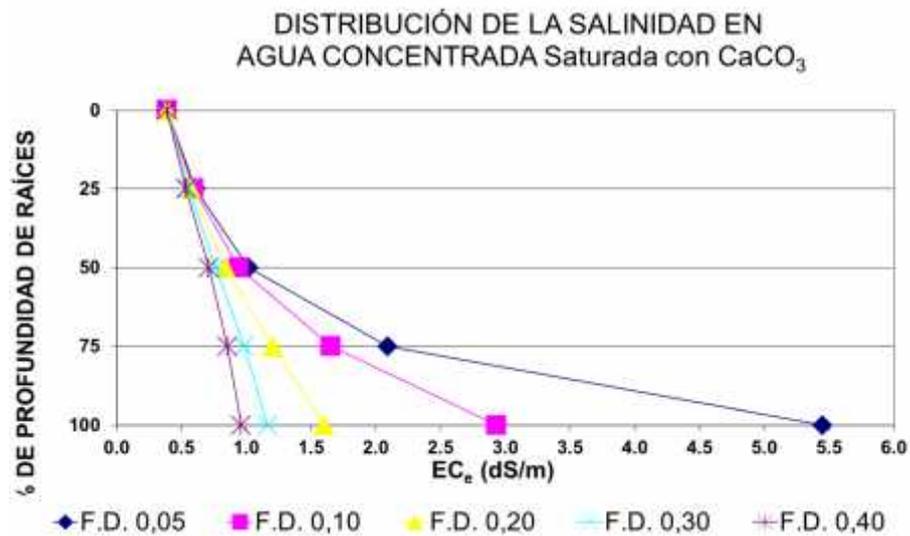


Figura 7. Distribución de la salinidad en agua concentrada saturada con CaCO₃

En La distribución de la sodicidad al analizar los resultados se aprecia en los riesgos para la distribución de la sodicidad de la profundidad de raíces en el 75 % el SAR_e es de 3 para una fracción de lavado de 10 % de lámina de riego aplicada al cultivo (fig. 7). Ayers y westcot 1976.

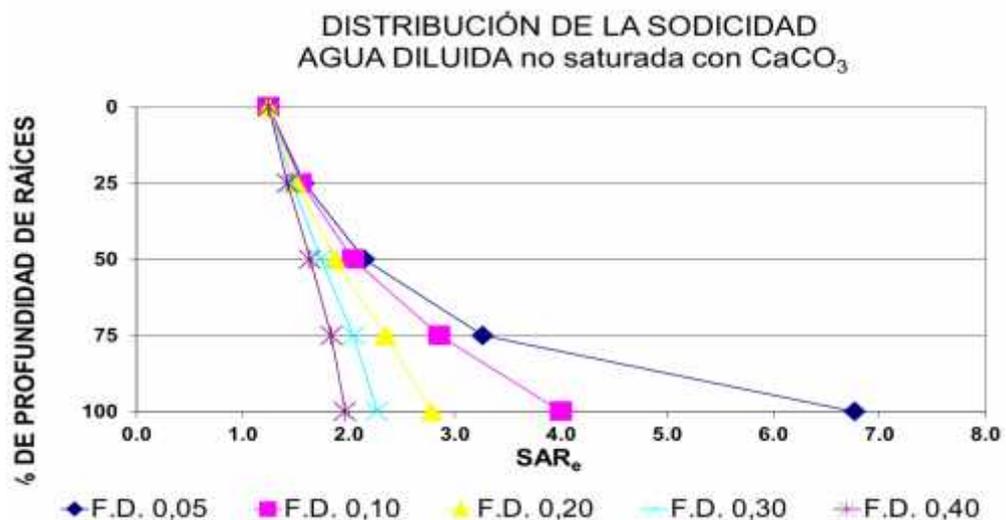


Figura 8. Distribución de la sodicidad agua diluida no saturada con CaCO₃

El comportamiento de la distribución de cloruro en la profundidad efectiva de raíces en el 75 %, es de 4,0 mmol/l para la fracción de lavado 10 % es así que,

Palacios y Aceves (1970) menciona que los límite de tolerancia de cloruro para el maíz se establecen en 6,070 mmol/l y a valores mayores de 10 meq/l (10 mmol/l) la planta comienza mostrar síntomas de toxicidad; establece rangos 10 meq/l o 20 meq/l.

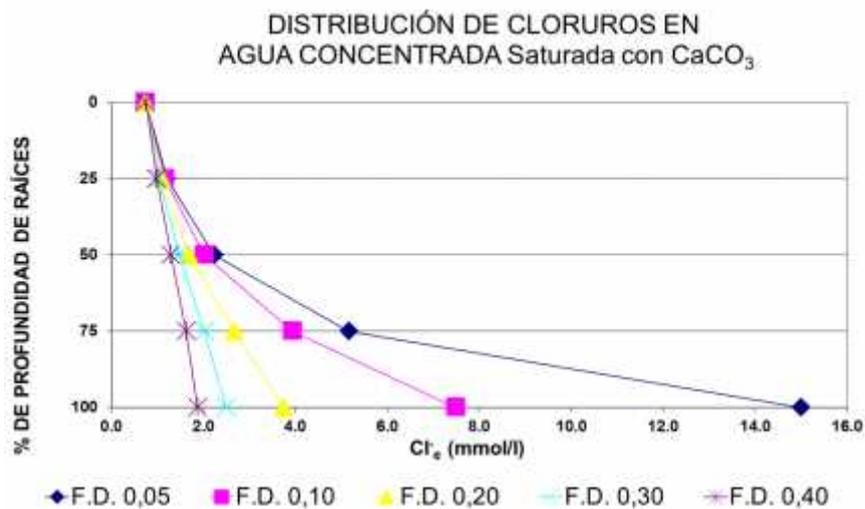


Figura 9. Distribución de cloruros en agua concentrada saturada con CaCO₃

El análisis de los riegos de toxicidad en el 75 % de la profundidad efectiva de raíces determina la fracción de lavado en 10 % de la dosis de riego.

3.7.5.7 Coeficiente de uniformidad de distribución del riego (CUD)

Se instaló la bomba con el sistema de riego con una presión de 20 psi, Se seleccionó 16 emisores para calcular el CUD, eligiendo los laterales más cercanos y más lejano 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.

Mediante un recipiente se recolecto el agua de los goteros seleccionados en cada lateral por un tiempo de 5 minutos y se derivó a litros por hora para el cálculo respectivo del CUD.

El caudal promedio de los 16 emisores, el caudal promedio de los 4 caudales más bajos (q 25 % y q med) el coeficiente de uniformidad de sistema de riego es 0,97: según Universidad Agraria del Ecuador (2004):

CUD = los caudal más bajo y la media de caudales promedio*100

$$CUD = \frac{q_{25\%}}{q_{med}} \times 100$$

$$CUD = \frac{155}{160} \times 100 = 97 \%$$

Cuadro 8. Coeficiente de uniformidad de distribución del riego (CUD).

Goteros	Caudal lph	goteros del cuartil inferior	caudales del cuartil inferior
1	1.600		
2	1.690		
3	1.690		
4	1.640		
5	1.640		
6	1.640		
7	1.600		
8	1.600		
9	1.600		
10	1.600		
11	1.580		
12	1.580		
13	1.550	4	1.580
14	1.540	8	1.550
15	1.540	2	1.540
16	1.530	6	1.530
promedio general	1.60	Promedio caudal bajos	1.550
	CUD	0.97	

3.7.6. DESHIERBE.

Efectuado cuatro veces de forma mecánica. Los controles se realizaron a los 15,

50 y 90 días después de realizada la siembra, utilizando machete y guadaña como herramientas principales.

3.7.7. COSECHA

Se realizó a los 125 días después de la siembra, realizado de manera manual del área útil de cada parcela de acuerdo a su madurez fisiológica del maíz, desgranado y pesado en kilogramo,

3.8. VARIABLES EXPERIMENTALES

3.8.1. ALTURA DE PLANTA 30 – 60 – 90 DÍAS.

Se seleccionaron 10 plantas al azar por cada tratamiento, a las cuales se midió la altura, desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja terminal, expresada en centímetros.

3.8.2. DÍAS A LA FLORACIÓN.

Los datos fueron tomados, cuando se observó el 80 % de la flor masculina a los 54 días en cada tratamiento.

3.8.3. ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA

Desde el suelo hasta el nudo de inserción de la mazorca, de 10 plantas seleccionadas al azar, utilizando regla graduada en centímetros.

3.8.4. DIÁMETRO Y LONGITUD DEL SEGUNDO ENTRENUDO A LOS 90 DÍAS.

Se tomó el segundo entrenudo de 10 plantas seleccionadas al azar, medido en centímetros.

3.8.5. DIÁMETRO Y LONGITUD DE MAZORCA.

Fue evaluado por tratamiento, en las mazorcas de 10 plantas seleccionadas al azar del área útil, expresados los resultados en centímetro.

3.8.6. PESO DE MIL SEMILLAS.

De cada tratamiento se tomó 1000 semillas para determinar su peso en gramos.

3.8.7. PESO DE MAZORCA

Se pesó las mazorcas de 10 plantas seleccionadas al azar por tratamiento del área útil, expresada en kg.

3.8.8. PRODUCCIÓN t/ha

Esta variable se midió a la cosecha pesando la producción de las plantas del área útil de cada parcela y derivada a t/ha.

3.8.9. EFICIENCIA DE EL AGUA APLICADA, kg/m³

Se determinó la producción obtenida relacionada con la cantidad de agua utilizada en los tratamientos.

3.8.10. ANÁLISIS ECONÓMICO

Se realizó el análisis económico mediante la relación beneficio/costo. Para el efecto se consideró todos los costos que intervinieron en el proceso productivo y como beneficio se consideró el ingreso producto de la venta de la producción al precio referencial de 16 dólares dado por el MAGAP.

4. RESULTADOS

4.1 ALTURA DE PLANTA

4.1.1 ALTURA DE PLANTA A LOS 30, 60 Y 90 DÍAS (m).

El análisis de la varianza de altura de planta a los 30, 60 y 90 días no presenta significancia estadística. El coeficiente de variación fue de 7,58 %. 4,11 %. 3,11 respectivamente (Anexo 1, 2 y 3). Las medias de los tratamientos los detalla el cuadro 9.

Cuadro 9. Medias de los tratamientos (m).

tratamientos	Medias	30 días	60 días	90 días
T1 60 %		53,05 a	262,58 a	272,40 a
T2 70 %		51,60a	261,38 a	276,88 a
T3 80 %		55,80 a	266,60 a	273,68 a
T4 90 %		52,70 a	265,58 a	273,53 a
T5 100 %		53,70 a	266,75 a	276,00 a

Letras distintas indican diferencias significativas($p < 0,05$)

4.2 DIÁMETRO DEL SEGUNDO ENTRENUDO A LOS 90 DÍAS, (cm).

El cuadro 10 del análisis de la varianza determina que no hay diferencia significativa entre los tratamientos, con un coeficiente de variación de 4,60 %; estos resultados fueron corroborados con la prueba de Duncan al 5 % de error que presentó medias iguales; el tratamiento T₅ con 27,25 mm presentó el diámetro del tallo más alto con respecto a T₄ con 25,76 mm que mostró el valor más bajo

Cuadro 10. Medias de los tratamientos (mm)

Tratamientos	Medias
T1 60 %	26,00 a
T2 70 %	26,25 a
T3 80 %	26,23 a
T4 90 %	25,76 a
T5 100 %	27,25 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.2.1 LONGITUD DEL SEGUNDO ENTRENADO A LOS 90 DÍAS

La longitud del segundo entrenado a los 90 días, según el análisis de la varianza, no presentó diferencia significativa, ubicando el coeficiente de variación en 7,16 %; así mismo la prueba de Duncan muestra al tratamiento T₂ 70 % con 10,44 cm, como el de mayor longitud y al T₁ obtuvo el menor promedio con 9,49 cm (Cuadro 11).

Cuadro 11. Análisis de medias de los tratamientos, longitud del segundo entrenado a los 90 días (cm)

Tratamientos	Medias
T1 60 %	9,49 a
T2 70 %	10,44 a
T3 80 %	10,42 a
T4 90 %	9,48 a
T5 100 %	10,07 a

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

4.3. ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA, (cm).

El análisis de la varianza no presenta diferencia significativa entre los tratamientos con coeficiente de variación de 1,23 %, (Cuadro 12). La mayor altura de inserción de mazorca a los 100 días lo mostró el T₅ con 91,18; el de menor altura fue T₂ con 89,80 cm, según Duncan al 5 % de significancia estadística (cuadro 13).

Cuadro 12. Análisis de la varianza, altura de inserción de mazorca a los 100 días (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Altura inserción de mazorca	20	0,41	0,06	1,23	
Análisis de la varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Modelo	10,12	7	1,45	1,17	0,3854
Tratamiento	6,07	4	1,52	1,23	0,3491
Repetición	4,05	3	1,35	1,09	0,3889
Error	14,79	12	1,23		
Total	24,91	19			

Cuadro 13. Análisis de media de los tratamientos, altura de inserción de mazorca a los 100 días (cm)

Tratamientos	Medias
T1 60 %	89,80 a
T2 70 %	90,93 a
T3 80 %	89,90 a
T4 90 %	90,68 a
T5 100 %	91,18 a

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)

4.4. LONGITUD DE MAZORCA, (cm).

La variable longitud de mazorca no presentó diferencia significativa entre los tratamientos como lo señala el análisis de la varianza (cuadro 14). Presenta al T₃ con 18,84 cm como el de menor prolongación; los de mayor longitud fueron T₅ con 19,73 cm y T₁ con 19,69 cm. El coeficiente de variación es 3,66 %. (Cuadro 15).

Cuadro 14. Análisis de la varianza, longitud de mazorca (cm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Longitud de mazorca	20	0,49	0,20	3,66	
Análisis de la varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Modelo	5,91	7	0,84	1,68	0,2060
Tratamiento	2,70	4	0,67	1,34	0,3112
Repetición	3,21	3	0,07	2,12	0,1504
Error	6,04	12	0,50		
Total	11,94	19			

Cuadro 15. Análisis de medias de los tratamientos, longitud de mazorca (cm)

Tratamientos	Medias
T1 60 %	19,69 a
T2 70 %	19,64 a
T3 80 %	18,84 a
T4 90 %	19,07 a
T5 100 %	19,73 a

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

4.5. DIÁMETRO DE MAZORCA (mm).

En la variable de diámetro de mazorca no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. El menor diámetro de mazorca lo obtuvo el T₅ con 52,39 y el mayor fue para el T₂ que alcanzó 53, 50 mm, con un coeficiente de variación de 1,54 %. (Cuadro 16).

Cuadro 16. Análisis de medias de los tratamientos, diámetro de mazorca (mm)

Tratamientos		Medias
T1	60 %	53,35 a
T2	70 %	53,50 a
T3	80 %	52,55 a
T4	90 %	52,39 a
T5	100 %	52,39 a

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

4.6. PESO DE MAZORCA (g).

El análisis de la varianza para esta variable no determinó diferencias significativas; sin embargo la prueba de Duncan al 5 % de error, determinó dos grupos estadísticos (Cuadro 17). El peso de la mazorca de los T₁ con 307,77 g y T₂ con 303,95 g son mayores que los T₅, T₄ y T₃, que tienen un menor peso; el coeficiente de variación es 6,67 %.

Cuadro 17. Análisis de medias de los tratamientos, peso de mazorca (g)

Tratamientos	Medias
T1 60 %	307,77 b
T2 70 %	303,95 ab
T3 80 %	272,97 a
T4 90 %	287,84 ab
T5 100 %	290,81 ab

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

4.7. PESO DE 1 000 SEMILLAS (g).

El análisis de la varianza mostró diferencia no significativa en los tratamientos. Duncan al 5 % de error, determinó dos grupos estadísticos (Cuadro 18), los T₅ con 470,75 g y T₄ con 470,40 g son mayores que los T₃, T₁ y T₂, que tienen un menor peso; el coeficiente de variación es 1,45 %.

Cuadro 18. Análisis de Medias de los tratamientos, peso de 1 000 semillas (g)

Tratamientos	Medias
T1 60 %	467,83 ab
T2 70 %	468,95 ab
T3 80 %	458,33 a
T4 90 %	470,40 b
T5 100 %	470,75 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.8. PRODUCCIÓN EN TONELADA POR HECTÁREA

El análisis de la varianza (Cuadro 19) no muestra diferencia significativa entre los tratamientos siendo el coeficiente de variación 7,87 %; la media general se ubica en 11,48 t/ha. La prueba de Duncan al 5 % de significancia estadística señala dos grupos estadísticos; el T₁ con 12,56 y T₂ con 11,93 t/ha, presentaron los mayores rendimientos; los de menor rendimiento fueron T₅, T₄ y T₃ con producciones de 11,11 y 10,93 t/ha respectivamente (cuadro 20).

Cuadro 19. Análisis de la varianza, producción en t/ha

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
Promedio tonelada hectárea	20	0,54	0,27	7,87	
Análisis de la varianza (SC Tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	Valor P
Modelo	11473684,70	7	1639097,81	2,01	0,1379
Tratamiento	8582795,70	4	2145698,93	2,63	0,0872
Repetición	2890889,00	3	963629,67	1,18	0,3582
Error	9797489,50	12	816457,46		
Total	21271174,20	19			

Cuadro 20. Análisis de medias de los tratamientos, producción en t/ha

Tratamientos	Medias
T1 60 %	12,566,75 b
T2 70 %	11 933,25 ab
T3 80 %	10 933,50 a
T4 90 %	11 000,00 a
T5 100 %	11 000,00 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

4.9. RENDIMIENTO EN kg/m³

El volumen de agua aplicada para el T1 60 % es de 744 m³ para una producción de 12 566.75 kg/ha con una eficiencia de 16, 89 kg/m³. El T5 100 % de la evaporación consumió 1 240 m³ y produjo 11 000 kg/ha y eficiencia de 8,87 kg/m³, en el mismo cuadro se puede apreciar que la eficiencia para el T4 %, es de 9,856 Kg/ha. (Cuadro 21).

Cuadro 21. Eficiencia del agua aplicada al maíz en Manglaralto, Santa Elena

Tratamientos	Volumen de agua aplicada m ³	Producción Kg/ha	Eficiencia Kg/m ³
T ₁ - 60 %	744	12 566,75	16,890
T ₂ - 70 %	868	11 933,25	13,747
T ₃ - 80 %	992	10 933,50	11,021
T ₄ - 90 %	1 116	11 000,00	9,856
T ₅ -100 %	1 240	11 000,00	8,870

4.10. PROGRAMACIÓN DE RIEGO

La ET_o se determinó en función de la evaporación medida en la tina clase A, correspondiendo a una lámina de 293,4 mm; la programación del cultivo estuvo relacionada con los tratamiento como se muestra en el cuadro 23. El tratamiento que respondió mejor al riego según la producción fue el del 60 %, utilizando un volumen de 744 m³ en el ciclo del cultivo; más el aportado 104,5 mm de lluvia en el desarrollo del cultivo, el tiempo de riego para el tratamiento de 60 % es de 20 horas 9 minutos utilizando riego por goteo.

Cuadro 22. Riego diario de la evaporación de la tina clase A, del cultivo de maíz (*Zea mays*) UPSE-Manglarato-Santa Elena. 2014.

Fecha	Lecturas Pluviómetro	Lecturas Tina, cm	Total Evaporación Mm	Evaporación Potencial	Kc	Etc	Tratamiento 60 %		Tratamiento 70 %		Tratamiento 80 %		Tratamiento 90 %		Tratamiento 100 %	
							Tiempo de riego	Volumen Metros Cúbicos	Tiempo de riego	Volumen Metros Cúbicos						
		17.0					23	14	27	16	31	18	35	21	39	23.0
30/11/2013		16.3	7.00	4.96	0.34	1.69	23.31	13.81	27.19	16.11	31.07	18.41	34.96	20.72	38.84	23.02
01/12/2013		15.8	5.00	3.54	0.34	1.20	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
02/12/2013		15.2	6.00	4.25	0.34	1.45	19.98	11.84	23.31	13.81	26.64	15.78	29.96	17.76	33.29	19.73
03/12/2013		14.8	4.00	2.83	0.34	0.96	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
04/12/2013		14.3	5.00	3.54	0.34	1.20	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
05/12/2013		13.8	5.00	3.54	0.34	1.20	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
06/12/2013		13.4	4.00	2.83	0.34	0.96	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
07/12/2013		13.0	4.00	2.83	0.34	0.96	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
08/12/2013		12.3	7.00	4.96	0.34	1.69	23.31	13.81	27.19	16.11	31.07	18.41	34.96	20.72	38.84	23.02
09/12/2013		12.1	2.00	1.42	0.34	0.48	6.66	3.95	7.77	4.60	8.88	5.26	9.99	5.92	11.10	6.58
10/12/2013		11.7	4.00	2.83	0.34	0.96	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
11/12/2013		11.2	5.00	3.54	0.34	1.20	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
12/12/2013		10.7	5.00	3.54	0.34	1.20	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
13/12/2013		10.3	4.00	2.83	0.34	0.96	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
13/12/2013		17.5	llenado de tina													
14/12/2013		17	5.00	3.54	0.34	1.20	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
15/12/2013		16.4	6.00	4.25	0.34	1.45	19.98	11.84	23.31	13.81	26.64	15.78	29.96	17.76	33.29	19.73
16/12/2013		16	4.00	2.83	0.34	0.96	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
17/12/2013		15.50	5.00	3.54	0.34	1.20	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
18/12/2013		15.10	4.00	2.83	0.34	0.96	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
19/12/2013		14.60	5.00	3.54	0.34	1.20	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
20/12/2013		14.10	5.00	3.54	0.36	1.28	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
21/12/2013		13.60	5.00	3.54	0.39	1.38	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
22/12/2013		12.90	7.00	4.96	0.41	2.03	23.31	13.81	27.19	16.11	31.07	18.41	34.96	20.72	38.84	23.02
23/12/2013		12.50	4.00	2.83	0.43	1.22	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
24/12/2013		12.10	4.00	2.83	0.45	1.28	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
25/12/2013		11.70	4.00	2.83	0.48	1.36	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
26/12/2013		11.30	4.00	2.83	0.50	1.42	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
27/12/2013		10.90	4.00	2.83	0.52	1.47	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
27/12/2013		18.00	llenado de tina													
28/12/2013		17.50	5.00	3.54	0.54	1.91	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
29/12/2013		17.10	4.00	2.83	0.57	1.62	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
30/12/2013		16.50	6.00	4.25	0.59	2.51	19.98	11.84	23.31	13.81	26.64	15.78	29.96	17.76	33.29	19.73

Continuación **Cuadro 22:** Riego diario de la evaporación de la tina clase A, del cultivo de maíz (*Zea mays*) UPSE-Manglarato-Santa Elena. 2014

Fecha	Lecturas Pluviómetro	Lecturas Tina cm	Total Evaporación mm	Evaporación Potencial	Kc	Etc	Tratamiento 60 %		Tratamiento 70 %		Tratamiento 80 %		Tratamiento 90 %		Tratamiento 100 %	
							Tiempo de riego	Volumen Metros Cúbicos	Tiempo de riego	Volumen Metros Cúbicos						
01/01/2014		15.60	4.00	2.83	0.63	1.79	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
02/01/2014	2,00	15.40	2.00	1.42	0.66	0.94										
03/01/2014		15.10	3.00	2.13	0.68	1.45	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
04/01/2014		14.60	5.00	3.54	0.70	2.48	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
05/01/2014		14.30	3.00	2.13	0.72	1.53	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
06/01/2014		14.00	3.00	2.13	0.75	1.59	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
07/01/2014	22,00	15.80		0.00	0.77	0.00										
08/01/2014		15.50	3.00	2.13	0.79	1.68										
09/01/2014		15.20	3.00	2.13	0.81	1.72										
10/01/2014		14.60	6.00	4.25	0.84	3.57	19.98	11.84	23.31	13.81	26.64	15.78	29.96	17.76	33.29	19.73
11/01/2014		14.10	5.00	3.54	0.86	3.05	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
12/01/2014		13.80	3.00	2.13	0.86	1.83	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
13/01/2014		13.50	3.00	2.13	0.88	1.87	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
14/01/2014		13.20	3.00	2.13	0.90	1.91	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
15/01/2014		12.90	3.00	2.13	0.93	1.98	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
16/01/2014	3,50	12.80	1.00	0.71	0.95	0.67										
17/01/2014		12.40	4.00	2.83	0.97	2.75	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
18/01/2014	4,50	12.50		0.00	0.99	0.00										
19/01/2014	1,00	12.10	4.00	2.83	1.02	2.89	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
20/01/2014	14,00	13.00		0.00	1.04	0.00										
21/01/2014	1,00	12.6	4.00	2.83	1.06	3.00										
22/01/2014	9,00	13		0.00	1.08	0.00										
23/01/2014	3,00	13.1		0.00	1.11	0.00										
24/01/2014		12.7	4.00	2.83	1.13	3.20										
25/01/2014		12.4	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
26/01/2014		12	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
27/01/2014	2,00	11.8	2.00	1.42	1.13	1.60										
28/01/2014		11.5	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
29/01/2014		11	5.00	3.54	1.13	4.00	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
29/01/2014		18	llenado de tina													
30/01/2014		17.6	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
31/01/2014		17.3	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
01/02/2014		17	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
02/02/2014		16.7	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
03/02/2014		16.2	5.00	3.54	1.13	4.00	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
04/02/2014		15.6	6.00	4.25	1.13	4.80	19.98	11.84	23.31	13.81	26.64	15.78	29.96	17.76	33.29	19.73
05/02/2014		15.2	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15

Continuación Cuadro 22: Riego diario de la evaporación de la tina clase A, del cultivo de maíz (*Zea mays*) UPSE-Manglarato-Santa Elena. 2014

Fecha	Lecturas Pluviómetro	Lecturas Tina cm	Total Evaporación mm	Evaporación Potencial	Kc	Etc	Tratamiento 60 %		Tratamiento 70 %		Tratamiento 80 %		Tratamiento 90 %		Tratamiento 100 %	
							Tiempo de riego	Volumen Metros Cúbicos	Tiempo de riego	Volumen Metros Cúbicos						
06/02/2014		14.7	5.00	3.54	1.13	4.00	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
07/02/2014		14	7.00	4.96	1.13	5.60	23.31	13.81	27.19	16.11	31.07	18.41	34.96	20.72	38.84	23.02
08/02/2014		13.6	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
09/02/2014		13.3	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
10/02/2014		12.9	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
11/02/2014		12.5	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
12/02/2014		12.2	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
13/02/2014		11.8	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
14/02/2014		11.3	5.00	3.54	1.13	4.00	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
15/02/2014		10.8	5.00	3.54	1.13	4.00	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
16/02/2014	1,50	10.5	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
17/02/2014		10.1	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
17/02/2014		18	llenado de tina													
18/02/2014	2,00	17.6	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
19/02/2014	1,00	17.4	2.00	1.42	1.13	1.60	6.66	3.95	7.77	4.60	8.88	5.26	9.99	5.92	11.10	6.58
20/02/2014		17.1	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
21/02/2014		16.8	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
22/02/2014		16.5	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
23/02/2014	1,00	16.1	4.00	2.83	1.13	3.20	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
24/02/2014		15.8	3.00	2.13	1.13	2.40	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
25/02/2014	15,00	16.9	11.00	7.79	1.13	8.81										
26/02/2014	15,00	18	1.10	0.78	1.13	0.88										
27/02/2014		17.6	4.00	2.83	1.13	3.20										
28/02/2014		17.1	5.00	3.54	1.13	4.00	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
01/03/2014	7,00	17.1	0.00	0.00	1.13	0.00										
02/03/2014		16.9	2.00	1.42	1.13	1.60										
03/03/2014		16.6	3.00	2.13	1.10	2.34	9.99	5.92	11.65	6.91	13.32	7.89	14.98	8.88	16.65	9.86
04/03/2014		16	6.00	4.25	1.07	4.55	19.98	11.84	23.31	13.81	26.64	15.78	29.96	17.76	33.29	19.73
05/03/2014		15.4	6.00	4.25	1.04	4.42	19.98	11.84	23.31	13.81	26.64	15.78	29.96	17.76	33.29	19.73
06/03/2014		14.9	5.00	3.54	1.01	3.58	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
07/03/2014		14.4	5.00	3.54	0.99	3.51	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
08/03/2014		13.9	5.00	3.54	0.98	3.47	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
09/03/2014		13.4	5.00	3.54	0.96	3.40	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
10/03/2014		13	4.00	2.83	0.93	2.64	13.32	7.89	15.54	9.21	17.76	10.52	19.98	11.84	22.20	13.15
11/03/2014		12.5	5.00	3.54	0.90	3.19	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
12/03/2014		12	5.00	3.54	0.87	3.08	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
13/03/2014		11.5	5.00	3.54	0.84	2.98	16.65	9.86	19.42	11.51	22.20	13.15	24.97	14.80	27.74	16.44
	104,5					232.79	1255	744	1464	868	1674	992	1883	1116	2092	1240

4.11. ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS TRATAMIENTOS

El análisis económico se realizó mediante la relación beneficio/costo; para el efecto se tomó en cuenta todos los rubros que intervienen en el proceso productivo que generan costo y el beneficio obtenido por la venta de la producción a 16 dólares por quintal. Los costos de análisis de laboratorio, preparación de suelo, fertilizantes, controles fitosanitario se consideran iguales para todos los tratamientos así como los costos administrativos y financieros como se muestra en el cuadro 23.

El rubro que genera diferencia entre los tratamientos es el costo de agua que se fija en cinco centavos de dólares el metro cubico. El tratamiento de 60 % genera un costo 2 760,90 y un beneficio de 4 468,11 generando una relación beneficio-costo de 1,62 es decir, se obtiene una utilidad de 62 centavos por cada dólar invertido. De igual manera en todos los tratamientos se obtienen beneficios económicos superior a 1,43.

Cuadro 23. Relación beneficio/costo.

Relación beneficio/costo								
Labores / Actividades	Unidad	Cant.	Costo unitario	T1	T2	T3	T4	T5
1. Análisis de Laboratorio	Análisis	1	250	250	250	250	250	250
2. Preparación de suelo								
Arada	Horas	2	40	80	80	80	80	80
Rastrada	Horas	2	40	80	80	80	80	80
Surcado	Hora	1	40	40	40	40	40	40
3. Semilla								
Maíz Agri-104	saco/25 Kg	1	145	145	145	145	145	145
Siembra	Jornal	8	15	120	120	120	120	120
4. Fertilización								
MAP	sacos/25 kg	3	55	165	165	165	165	165
Sulfato de potasio	sacos/25 kg	8	33	264	264	264	264	264
Nitrato de amonio	sacos/50 kg	7	35	245	245	245	245	245
5. Control de malezas	Jornal	6	15	90	90	90	90	90
6. Control fitosanitario								
Insecticidas	Lt	4	15	60	60	60	60	60
7. Mano de obra	Jornal	3	15	45	45	45	45	45
8. costo de agua	m3	0.05		37.2	43.4	49.6	55.8	62
9. Costo de cosecha								
Costo de saco	sacos	1149	0.35	87.85	83.65	76.65	77	77
Costo de desgranado	Sacos	1149	0.50	125.5	119.5	109.5	110	110
Costo de transporte	Sacos	1149	0.65	163.15	155.35	142.35	143.00	143.00
10. Equipo de riego	Equipo	1	3500	350	350	350	350	350
11. Costo parcial Usd.				2347.70	2335.90	2312.10	2319.80	2326.00
12. Costos administrativos	5%			117.39	116.80	115.61	115.99	116.30
13. Costo financiero	12%			295.81	294.32	291.32	292.29	293.08
14. COSTOS TOTALES Usd				2760.90	2747.02	2719.03	2728.08	2735.38
15. Beneficio bruto en campo				4468.18	4242.93	3887.47	3911.11	3911.11
Relación beneficio/costo				1.62	1.54	1.430	1.434	1.430

5. DISCUSIÓN

La calidad del agua de riego utilizada en el experimento fue C₂S₁, que según las Normas Riverside (1 973), es apta para riego agrícola con posible riesgo de salinidad, utilizable considerando una lámina de lavado.

El análisis de agua reporta para cloro 2 mmol/l y sodio 4,2 mmol/l, valores que se ajustan a la tolerancia del cultivo como mencionan Palacios y Aceves (1970), que consideran los límites de tolerancia de cloruro en 6,070 mmol/l; con valores mayores de 10 mmol/l, la planta comienza a mostrar síntomas de toxicidad.

En las variables agronómicas altura de planta, longitud de mazorca, no se vieron influenciadas por los tratamientos; esto corresponde con JAMSHIDI (2012) que investigando el Efectos de diferentes niveles de riego por goteo (cinta) y densidad de plantas sobre los componentes del rendimiento y de rendimiento de maíz sembrados a una y dos hileras por línea de riego en el norte de Khozestan, Irán, no encontró diferencia significativa entre los parámetros agronómicos del maíz.

El mejor rendimiento fue para el tratamiento de 60 % con 12 566 t/ha, superior a lo reportado por Zamora (2011) que con diferentes láminas de riego, obtuvo 6,814 t/ha, con el tratamiento 70 %.

El tratamiento 100 % de la evaporación necesitó 1 240 m³/ha, en el ciclo del cultivo, cantidad menor a la utilizada por Zamora (2011), que con el 100 % de la evaporación suministro 4 094 m³/ha. en una zona árida.

El tratamiento del 100 % de evaporación obtuvo el mayor promedio en peso de 1000 semillas con 470,75 gramos. CONTRERA (2004), en su ensayo con sistema de riego, obtuvo el peso de 312,2 gramos para mil semillas y no encontró diferencia significativa en las otras láminas.

Los tratamientos 90 y 100 % de evaporación obtuvieron producciones de 11 000 kilogramos por hectárea, coincidiendo con Fenech Larios *et al* (2007), quienes con riego por goteo con 80 %, y 100 %, determinado en el Tanque Evaporímetro clase A, reportan producciones similares de 9 049,34 y 9 271,58 kg/ha.

La dosis de riego de mejor desempeño fue para el tratamiento T₁ 60 % con 744 m³, en el ciclo del cultivo del maíz; comparado con los tratamientos T₄ 90 % y T₅ 100 %, el agua ahorrado es de 372 y 496 m³ respectivamente.

El mejor beneficio/costo lo generaron los tratamiento 60 % y 70 % de evaporación con 1,62 y 1,54 dólar, es decir que por cada dólar de inversión se genera una utilidad de 0,62 y 0,54 dólares, proporcionando una utilidad de 62 y 54 %; superior a los tratamientos 80 %, 90 %, 100 % que dieron un relación 1,43 dólares, alcanzando una utilidad del 43%.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Los tratamientos se comportaron de manera similar en las variables agronómicas analizadas.
- El tratamiento 60 % de evaporación fue el de mejor desempeño con 12 566,75 kg/ha; el 80% de evaporación obtuvo la menor producción 10 933,50 kg/ha.
- El Kc empírico ajustado para las etapas del cultivo de maíz fue 0,42 al inicio 1,04 en la fase media y 0,89 al final.
- En todos los tratamientos se obtienen utilidades satisfactorias; el tratamiento 60% generó la mejor relación beneficio/costo con 1,62 para una utilidad de 0,62 dólares por cada dólar invertido.

RECOMENDACIONES

Utilizar para la zona de Manglaralto el tratamiento de 60 % de evaporación utilizando sistema de riego por goteo.

Utilizar la tina de evaporación clase A, para determinar la evaporación referencial y calcular la demanda hídrica de los cultivos.

Repetir el experimento en época con cero precipitaciones.

BIBLIOGRAFÍA

ANDRADE et al, 1996. Evaporación. En línea. Consultado 17 de jun. 2013. Disponible en [http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/fbb6f7765d31ad3403256eb3005846ba/\\$FILE/Fertilizaci%C3%B3n-Consumo%20y%20EUA-Trigo.pdf](http://www.ipni.net/ppiweb/ltams.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/fbb6f7765d31ad3403256eb3005846ba/$FILE/Fertilizaci%C3%B3n-Consumo%20y%20EUA-Trigo.pdf)

ALLEN R., PEREIRA L., RAES D. y SMITH M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Publicación número 56. Roma. FAO.7, 8 p.

AMAYA A. 2009. Manual buenas practica de riego. Agua útil del suelo. En línea. Consultado 12 de jun. 2013. Disponible en http://awsassets.wwf.es/downloads/buenas_practicas_de_riego.pdf

ALLEN. *et al* 2006. Coeficiente de cultivo. En línea. Consultado 02 de dic. 2013. Disponible en http://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=YJgytETfEnAC&oi=fnd&pg=PA1&dq=allan+et+al+2006+coeficiente+de+cultivo&ots=u4vukaGvD8&sig=J35t8ih9ZNMpb0a4VNgwav_Fk0#v=onepage&q&f=false

AYERS Y WESTCOT 1976. Manual para determinar la calidad del agua para riego agrícola. Facultad de Ciencia Agrarias. En línea. Consultado 10 de ene. 2015. Disponible en <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31418/1/josemanuelperezleon.pdf>.

BARRERA LIZARAZO R. 2000. Riego y Drenaje 1 ed. Santa Fe de Bogotá D.C. USTA. 129,172, 173 p.

BARRERA LIZARAZO R. y CASTAÑÓN G. 2000. Riego y Drenajes. 1 ed. Santa Fe de Bogotá. D.C.USTA. 237 p.

CENAIN 2014. Datos meteorológicos. Humedad Relativa. Precipitación. Diciembre 2013 a Marzo 2014. Informativo. CENAIN-Santa Elena-Ecuador.

CADAHÍA LÓPEZ C. 2005. Fertirrigación, Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales 3 ed. Madrid- Barcelona- México: Mundi- Prensa. 281, 14 p.

CAMPOS D., FLORES K. y VÁSQUEZ ANGELYS. 2007. Tina de evaporación. En línea. Consultado 20 de jun. 2013. Disponible en <http://hidrobloga1.blogspot.com/2007/03/instrumentos-ms-utilizados-para-la.html>.

CARDELLINO. 1983. Capacidad de campo. En línea. Consultado 10 de mayo. 2013. Disponible en <http://www.fagro.edu.uy/~edafologia/curso/Material%20de%20lectura/hidricas/agua.pdf>.

CASTAÑÓN G. 2000. Ingeniería del riego. Necesidades hídricas de los Cultivos. Utilización racional del agua. 1 ed. Madrid-España. ITES-Paraninfo. 12, 24, 31, 35, 170 p.

CONTRERAS M. 2004, los rendimientos de cultivo de maíz en dos sistemas de riego y algunos indicadores de productividad. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. En línea. Consultado 2 de dic. 2014. Disponible: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-036.pdf>

CRONQUIST A. 1981. Introducción a la botánica. Editorial CECSA. México 89-90 p.

DAVID B. y PARSONS I. 2008. Manuales para educación agropecuaria, maíz. Área: producción vegetal 10. 3 ed. Trillas, México-Argentina-España-Colombia-Puerto Rico-Venezuela. 24, 25 p.

DAMIANO FY. y TABOADA MA. 2013. Punto de marchitez permanente. En línea. Consultado 11 de mayo. 2013. Disponible en. http://www.academia.edu/3479108/MODELO_DE_BALANCE_HIDROLOGICO_OPERATIVO_PARA_EL_AGRO_BHOA_. 18-2 p. 77-88 p.

DOORENBOS J. y PRUITT W. 1990. FAO riego y drenaje 56. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Evapotranspiración de referencia. s.f. En línea. Consultado 18 de jun. 2013. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/x0490s/x0490s00.pdf>

DOORENBOS J. y PRUITT W. 1974. Evapotranspiración del cultivo. En línea. Consultado 12 de mayo. 2013. Disponible en. siam.imida.es/ápex/f?p=101:30:2518346030315754

ENRÍQUEZ GA. 2004. Guía para productores ecuatorianos. Quito, EC. 360 p.

FAO. 2006. En línea. Consultado 14 de mayo. 2014 <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/idp56s.pdf>

FAO. 1999. Coeficiente de cultivo. En línea. Consultado 14 de mayo. 2013. Disponible en. <http://www.gatfertilizados.com/kc.swf>

FUENTES YAGUE JL. 1998. Curso de Riego para Regantes. 2 ed. Bogotá-Colombia. Mundi-prensa. 14, 15, 23, 54 p.

GARCÍA CASILLAS IGNACIO. 2009. Sistema de riego por aspersión y goteo. 2 ed. México-Trillas 56 p.

HERNANDEZ-ABREU J.M. 1982. El riego localizado. Curso Internacional de Riego Localizado. Tenerife (España). INIA, MAPA. Madrid, 317 p.

JAMSHIDI, A. R., MAHMODZADEH, Y E. TAYARI 2012. Efectos de los diferentes niveles de riego por goteo (cinta) y la densidad de plantas sobre los componentes del rendimiento y de rendimiento de maíz en el cultivo de una sola fila y fila de dos en el norte de Khozestan, Irán. Consultado 18 de noviembre de 2014. Disponible en <http://ovidsp.tx.ovid.com/sp3.13.1a/ovidweb.cgi?&S=PFGIFPGKAIDDEJCFNCLKLCMCIEMLAA00&Complete+Reference=S.sh.18%7c4%7c1>.

LINSLEY ER. y FRANZINI JB. 1988. Infiltración. Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. En línea. Consultado 02 de dic. 2014. Disponible en <http://www10.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/11790.pdf>

LIBORIO FENECH L. *et al* 2007. Universidad Agraria de La Habana Fructuoso Rodríguez Pérez Cuba. Eficiencia en el uso del agua en maíz (*Zea Mays L.*) con riego por goteo, en el Valle de la Paz, Baja California Sur, México. En línea. Consultado 2 de dic. 2014. Disponible: www.redalyc.org/pdf/932/93216308.pdf

LOSADA VILLASANTE, ALBERTO 2008. El riego: II. Fundamentos de su hidrología y su práctica. España: Mundi-Prensa. Pro Quest ebrary. All rights reservad. En línea. Consultado el 20 Nov. 2014. Disponible en <http://site.ebrary.com/lib/upsesp/detail.action?docID=10228041&p00=libros+riego> Biblioteca virtual Universidad Estatal Península Santa Elena.

LLORE GUERRERO I. 2010. Calidad de agua. Normas Riverside. En línea. Consultado 02 de dic. 2013. Disponible en <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/156/5/03%20REC%2068%20Anexo%206%20Normas%20Riverside.pdf>

MASS Y HOFFMAN 1977. Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua de riego. Citado por Álvaro García O. En línea. Consultado 10 de ene. 2015. Disponible en. [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B3BD6ED103283DDD85257A2F005EF91B/\\$FILE/6%20Art.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/B3BD6ED103283DDD85257A2F005EF91B/$FILE/6%20Art.pdf).

MANUAL 56 DE LA FAO. (2006), Evapotranspiración del cultivo guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos estudio FAO riego y drenaje 56 7 p.

MARTÍNEZ ÁLVARES V., RUIZ CANALES. y MOLINA MARTÍNEZ JM. 2010. Automatización y telecontrol de sistema de riego, humedad relativa. 1 ed. Barcelona- Murcia. 133 p.

MEDINA SAN JUAN J. 2000. Riego por goteo. 4 ed. Barcelona-España.Mundi-prensa.180 p.

MENDOZA SI. 2009. Calidad de las aguas residuales urbano industriales que riegan el valle del Mezquital. Hidalgo, México. Tesis de Doctora en Venciás. EC. 10 p.

MAVI Y TUPPER 2004. Radiación. Memorias Congreso Internacional de Hortalizas en el Trópico: La Olericultura Colombiana, Nuevos Retos para Enfrentar los Tratados de Libre Comercio. 10 Pág. En línea. Consultado 22 de jun. 2014. Disponible en <file:///C:/Users/Sixto/Downloads/Efecto%20de%20la%20radiaci%C3%B3n%20solar%20en%20la%20calidad%20de%20los%20productos%20horticolas.pdf>

MIPRO 2013, impulsa el crecimiento productivo de Santa Elena. En línea. Consultado 02 de dic. 2013. Disponible en http://agronegocioecuador.ning.com/notes/Mipro_impulsa_el_crecimiento_productivo_de_Santa_Elena

MOYA TALENS, JESÚS ANTONIO 2009. Riego localizado y fertirrigación 4a. ed. España: Mundi-Prensa, 2009. Pro Quest ebrary. Mundi-Prensa. All rights reserved. En línea. Consultado el 20 Nov. 2014. Disponible en <http://site.ebrary.com/lib/upsesp/detail.action?docID=10647384&p00=libros+riego>
Biblioteca virtual Universidad Estatal Península Santa Elena.

MOYA TALENS J. 2002. Riego Localizado y Fertirrigación. 3 ed. Madrid-Barcelona-España: Mundi-prensa. 68, 69 p.

NAVA M. 2010. Radiación. En línea. Consultado 22 de jun. 2013. Disponible en <http://ingenieria.uaslp.mx/web2010/Estudiantes/apuntes/Apuntes%20de%20Riego%20y%20Drenaje%20v.2.pdf>

NAVA M. 2010. Temperatura. En línea. Consultado 22 de jun. 2013. Disponible en <http://ingenieria.uaslp.mx/web2010/Estudiantes/apuntes/Apuntes%20de%20Riego%20y%20Drenaje%20v.2.pdf>.

NAVA M. 2010. Vientos. En línea. Consultado 22 de jun. 2013. Disponible en <http://ingenieria.uaslp.mx/web2010/Estudiantes/apuntes/Apuntes%20de%20Riego%20y%20Drenaje%20v.2.pdf>

NARRO FARÍAS E. 1994 y PORTA CASANELLAS J. 1999. Física de suelos: con enfoque agrícola. 1 ed. México-Argentina-España. 78 p.

OSORIO S. 2010. Agua útil del suelo. En línea. Consultado 12 de jun. 2013. Disponible en <http://www.exactas.unlpam.edu.ar/academica/catedras/edafologia/practicos/AGUA04.htm>

PALACIOS Y ACEVES (1970). Manual para determinar la calidad del agua agrícola. Faculta de ciencias agrícolas. En línea. Consultado 12 de dic. 2014.

Disponible en.
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/31418/1/josemanuelperezleon.pdf>

PALOMINO VELASQUEZ K. 2009. Riego por Aspersión. 1 ed. Miraflores-Lima: J.A.C. 34, 35 p.

PORTA CASANELLAS J 2011. Física de suelos: con enfoque agrícola. 1 ed. México-Argentina-España. 78, 7 p.

RIMACHE ARTICA M. 2008. Cultivo del Maíz. 1 ed. Perú-lima. Macro E.I.R.L. 16, 58, 59, 60 p.

RHOADES, *et al.*, 1992. Soil salinity assessment. Methods and interpretation of electrical conductivity measurements. En línea. Consultado el 20 Nov. 2014. Disponible en.
<https://books.google.com.ec/books?id=1QOELBkPjnYC&pg=PA58&lpg=PA58&dq=rhoades+et+al.+1992&source=bl&ots=k6pcIPaWnr&sig=XQWHYhJLjyCwhIzmgKmwCiqFeSY&hl=es&sa=X&ei=KtLLVNfKOcKdgsS3pAM&ved=0CCcQ6AEwAQ#v=onepage&q=rhoades%20et%20al.%201992&f=false>

RUIZ CANALES A Y MOLINA MARTÍNEZ J. 2010. Automatización y control de sistema de riego. 1 ed. Madrid-Barcelona-México. 189 p.

SÁNCHEZ FJ. 1992. Métodos para el estudio de la evaporación y Evapotranspiración. Cuadernos técnicos sociedad española de geomorfología, nº 3. 36 p. En línea. Consultado 17 de jun.2013. Disponible en <http://fjferrer.webs.ull.es/Bibliog/Biblio/Evapotranspiracion.pdf>

TARJUELO MARTÍN-BENITO, JOSÉ MARÍA. 2008. El riego por aspersión y su tecnología 3a. ed. España: Mundi-Prensa. Pro Quest ebrary. Mundi-Prensa. All rights reservad. En línea. Consultado el 20 Nov. 2014. Disponible en.

<http://site.ebrary.com/lib/upsesp/detail.action?docID=10234512&p00=libros+riego>
Biblioteca virtual Universidad Estatal Península Santa Elena.

TARJUELO JM. 1999. El riego por aspersión y su tecnología. Infiltración 2 ed. Madrid-Barcelona-México. 45 p.

ZAMORA S. 2011. Régimen Hídrico del Maíz en una Zona Árida, Universidad Autónoma de Baja California Determinado en Porcentajes de Evaporación, riego con cinta de goteo. En línea. Consultado 2 de dic. 2014. Disponible <http://www.veterinaria.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/viewFile/739/536>

PÉREZ et al., 2009 y TAMAYO JA. 2008. Evaluación agronómica de varios cultivares de maíz dulce, sembrados en tres municipios de Antioquia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Medellín. Colombia. Pág.70. En línea. Consultado 2 de dic. 2013. Disponible en <http://www.agro.unalmed.edu.co/publicaciones/revista/docs/11.pdf>

TROPICALCIS. 2008. Ficha técnica de AGRI 103, 104 y 344. En línea. Consultado 12 de dic. 2013. Disponible en http://www.agricomseeds.net/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=31&Itemid=69 y http://www.agricomseeds.net/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=31&Itemid=57

VILLALOBOS, FRANCISCO J. FITOTECNIA 2008. Bases y tecnologías de la producción agrícola. España: Mundi-Prensa. ProQuest ebrary. All rights reserved. En línea. Consultado el 20 Nov. 2014. Disponible en <http://site.ebrary.com/lib/upsesp/detail.action?docID=10227969&p00=libros+riego>
Biblioteca virtual Universidad Estatal Península santa Elena.

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR. 2004. Evaluación de sistema de riego. Publicación Técnica R-D 3. Estudio de métodos de manejo y control en los principales cultivo de la península de Santa Elena, provincia del Guayas, Ecuador. Proyecto IG-CV-087. GUAYAQUIL. 7, 8, 9, 10 p.

FAO (1992) Regio y Drenaje Papers 48. Uso de agua salinas para la producción agrícola. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación Consultado el 21 de nov. 2014. Disponible en. <http://www.fao.org/docrep/t0667e09.htm#TopOfPage>.

ANEXOS

Cuadro 1A. Altura de la planta a los 30 días, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60%	58.5	51.6	60	52	55.53
T2 70%	50.5	47.7	57.6	50.6	51.60
T3 80%	53.3	52.7	53.3	55.9	53.80
T4 90%	51.8	54.5	51.4	53.1	52.70
T5 100%	61.7	53.7	54.4	45	53.7
	55.16	52.04	55.34	51.32	53.465

Cuadro 2A. Altura de la planta a los 60 días, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60 %	259.50	269.10	249.80	256.20	259.40
T2 70 %	255.00	281,30	253.40	246.90	259.15
T3 80 %	271.90	271,10	244.50	252.90	260.10
T4 90 %	275.60	259,70	220.80	228.90	246.25
T5 100 %	276.20	267.30	258.80	247.40	262.43
	267.64	269,70	245.46	247.06	257.47

Cuadro 3A. Altura de la planta a los 90 días, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60 %	2,72	2,78	2,52	2,68	2,76
T2 70 %	2,69	2,91	2,71	2,80	2,78
T3 80 %	2,79	2,82	2,56	2,63	2,70
T4 90 %	2,84	2,70	2,57	2,46	2,64
T5 100 %	2,87	2,78	2,67	2,67	2,75
	2,78	2,80	2,69	2,65	2,71

Cuadro 4A. Diámetro del segundo entrenudo, (mm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60 %	26,49	25,22	26,11	26,17	26,00
T2 70 %	26,85	25,40	26,87	24,96	26,02
T3 80 %	27,07	25,80	25,83	23,92	25,66
T4 90 %	25,92	25,80	28,52	22,79	25,76
T5 100 %	27,18	23,01	26,32	23,17	24,92
	26,70	25,05	26,73	25,46	25,67

Cuadro 5A. Longitud del segundo entrenudo, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60 %	9,30	10,10	9,56	9,00	9,49
T2 70 %	10,15	11,15	10,56	9,89	10,44
T3 80 %	10,45	11,50	9,78	9,94	10,42
T4 90 %	10,90	9,00	9,67	8,33	9,48
T5 100 %	10,65	11,40	8,67	9,56	10,07
	10,29	10,63	9,64	9,34	9,98

Cuadro 6A. Altura inserción de mazorca, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena.

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60%	96,40	109,60	95,00	87,70	97,18
T2 70%	99,00	109,40	89,20	81,40	94,75
T3 80%	103,10	104,30	82,90	95,10	96,35
T4 90%	104,90	105,20	88,00	89,00	96,78
T5 100%	104,60	130,70	96,70	100,80	101,45
	101,60	106,44	90,36	90,80	97,30

Cuadro 7A. Longitud de mazorca, (cm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60%	19,51	19,64	19,24	20,37	19,69
T2 70%	20,72	20,16	19,76	17,91	19,64
T3 80%	18,79	19,05	19,13	18,38	18,84
T4 90%	19,57	18,68	19,30	18,72	19,07
T5 100%	21,05	19,97	19,22	18,67	19,73
	19,93	19,50	19,33	18,81	19,39

Cuadro 8A. Diámetro de mazorca, (mm). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60 %	53,83	51,78	53,66	54,14	53,35
T2 70 %	52,94	52,93	55,08	53,06	53,50
T3 80 %	52,51	52,02	53,40	52,27	52,55
T4 90 %	53,74	51,39	52,37	52,07	52,39
T5 100 %	53,33	52,52	52,77	50,92	52,38
	53,27	52,13	53,46	52,49	52,84

Cuadro 9A. Peso de mazorca, (g). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60 %	325,27	274,95	305,43	325,42	307,77
T2 70 %	309,49	299,54	321,52	285,23	303,95
T3 80 %	272,98	259,30	274,53	285,07	272,97
T4 90 %	318,28	261,71	289,50	281,85	287,84
T5 100 %	333,28	297,27	274,26	258,42	290,81
	311,86	278,55	293,05	287,20	292,67

Cuadro 10A. Peso de 1000 semillas, (g). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60 %	475,40	477,00	485,10	503,80	485,33
T2 70 %	466,60	429,70	468,80	430,70	448,95
T3 80 %	496,00	455,70	464,80	446,80	465,83
T4 90 %	446,30	461,40	469,50	442,40	454,90
T5 100 %	511,50	453,60	504,50	426,40	470,00
	479,16	455,48	478,54	450,02	465,80

Cuadro 11A. Producción tonelada hectárea (t/ha). Efecto de diferentes regímenes de humedad en el comportamiento productivo del maíz en las condiciones edafoclimáticas de Manglaralto, Santa Elena

TRATAMIENTO	REPETICIÓN				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
T1 60 %	13,87	12,40	10,67	10,67	11,90
T2 70 %	13,33	12,80	11,60	10,00	11,93
T3 80 %	12,00	11,47	11,60	8,67	10,93
T4 90 %	13,60	9,20	9,60	9,60	10,50
T5 100 %	13,33	11,60	10,40	8,67	11,00
	13,23	11,49	10,77	9,52	11,25

FIGURA 1A. Informe de análisis de suelo



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 28 Vía Durán - Tambo Ajato, Píscara 09-01-7098 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 2117151 Fax: 2117118 Celular: 094535183 - 094535183 - 099301760 e-mail: hlap_tj_mh@jehos.ec

*"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 EMPRESA			DATOS DE LA MUESTRA		
Nombre :	UPSE	Nombre :	MANGLARALTO	Informe No. :	0013393	Factura No. :	9408	
Dirección :	VIA LA LIBERTAD	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestras :	Ciudad	Fecha Análisis :	16/01/2013	
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	09/01/2013	Fecha Emisión :	16/01/2013	
Teléfono :	2794006	Parroquia :	MANGLARALTO	Fecha Ingreso :	09/01/2013	Fecha Impresión :	21/01/2013	
Fax :	NE	Ubicación :	MANGLARALTO	Condiciones Ambientales :	T°C: %H:	Cultivo Actual :	BARBECHO	

N° Laborat	Identificación del Lote	pH	ug/ml											
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	* Fe	* Mn	* B	* Cl
45727	MANGLARALTO	7.7	30 M	22	1185	3098	587	41	1.1 B	7.1	21 M	4.0 B	0.93 M	

Interpretación	pH
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	→ Muy Acido → Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	→ Ácido → Muy Alcalino
→ S	→ Muy Ácido → Muy Alcalino
M	→ Ácido → Alcalino
→ B	→ Muy Ácido → Muy Alcalino

Elementos	Unidades	Extracción
N, P	Comunes	Dist
K, Ca, Mg	Alcalinos	Multieles
Zn, Cu, Fe, Mn	Alcalinos	pH 5.5
S	Sulfonámico	Formol de Ca
B	Comunes	Morfolico
Cl	Molomica	Paso Secado
pH	Temperatura	Temperatura

Niveles de Elementos Químicos	
Medio Agrícola	
NH ₄ + 20	40
P	10 - 20
K	75 - 100
Ca	800 - 1000

NE = No entregado

<L = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a (900) muestras (cuantitativa) sometidas al ensayo

Los análisis marcados con (*) se están realizando en el proceso de acreditación solicitado al OAE

Los opiniones, interpretaciones, etc., que se indiquen a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitada al OAE

** Ensayo subsecuente

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



Responsable Laboratorio

Página 1 de 2

FIGURA 2A. Reporte de salinidad de extracto pasta de suelo

 Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias	ESTACION 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: 042724260 fax: 042724261 e-mail: lab_suelos.ec@iniap.gob.ec	 LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE C 11.887
---	--	---

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA				
Nombre :	LUPSE	Nombre :	MANGLARALTO	Informe N° :	00 13392	Factura N° :	9468	
Dirección :	VIA LA LIBERTAD	Provincia :	SANTA ELENA	Resp/ Muestreo :	CLIENTE	Fecha/Análisis :	18/01/2013	
Ciudad :	SANTA ELENA	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha/ Muestreo :	08/01/2013	Fecha/Emisión :	18/01/2013	
Teléfono :	S/NE	Parroquia :	MANGLARALTO	Fecha/ Ingreso :	08/01/2013	Fecha/Impresión :	21/01/2003	
Fax :	S/NE	Ubicación :	MANGLARALTO	Cond. Ambientales : T°C:	22.7 %H:	52	Cultivo Actual :	BARBECHO

REPORTE DE ANALISIS DE SALINIDAD EN EXTRACTO DE PASTA DE SUELOS

N° Laboratorio	Identificación del Lote	pH	mS/cm	mg/L					mg/L				RAS	PSI(°)
			C.E.	Na	K	Ca	Mg	Suma	CO ₃ H*	CO ₃ *	SO ₄ *	Cl*		
45727	MANGLARALTO	8.5	0.91	113.5	27.7	61.7	21.1	224.00	3.2	1.8	3	2.6	3	3

C.E.		INTERPRETACIÓN		Determinación	Metodología
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	Atomizar 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

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

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

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

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


 Responsable Laboratorio

Página 1 de 1

FIGURA 3A. Análisis químico de Agua.

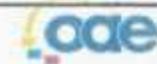
 <small>Instituto Nacional de Innovación Agraria</small>	ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS <small>Km. 28 Via Panay - Tamb. Aplo - Puntal 0900 - 7000 Yaguajay - Guayas - Ecuador</small> <small>Teléfono: 2717163 Fax: 2717178 Correo: 09031163 - 09031700 e-mail: iniap@iniap.gub.ec</small>	 <small>Laboratorio de Pesticidas</small> <small>Nº 004 I.E.C. 11-001</small>																														
INFORME DE ANALISIS QUIMICO DE AGUAS																																
DATOS DEL PROVEEDOR	DATOS DE LA PROPIEDAD	DATOS DE LA MUESTRA																														
Nombre: V.P.S. Dirección: N.E. Ciudad: N.E. Teléfono: N.E. Fax: N.E.	Nombre: MANGLARALTO - RIO VERDE Provincia: SANTA ELENA Cantón: SANTA ELENA Parroquia: MANGLARALTO Ubicación: COMUNA RIO VERDE	Informe No.: 000 1117 Responsible Muestra: J.L.O.N.T. Fecha muestreo: 8-04-2013 Fecha Impreso: 10-04-2013 Condiciones Ambientales: T ° C 26.1 SH 59.7																														
Factura No.: 998 Fecha Análisis: 10-04-2013 Fecha Emisión: 10-04-2013 Fecha Ingresión: 11-04-2013																																
N° Laborat.	Identificación del Lote	aScm	mg/L				mg/L				pH	RAS	PSI	%Na	Clase																	
		CE	Ca	Mg	Na	K	+ CO ₃	+ HCO ₃	+ Cl	+ SO ₄																						
1493	MANGLARALTO - PO/0	911	90.9	14.4	98.1	7.3	ND	4.6	2.0	4	7.4	3.0	2.0	42.64	C3S1																	
OBSERVACIONES: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #e0f0ff;">CLASIFICACION</th> </tr> <tr> <td style="width: 50%;">1.1. Agua de superficie</td> <td style="width: 50%;">1.2. Agua subterránea</td> </tr> <tr> <td>1.1.1. Agua de superficie dulce</td> <td>1.1.1.1. Agua de superficie dulce</td> </tr> <tr> <td>1.1.2. Agua de superficie salada</td> <td>1.1.2.1. Agua de superficie salada</td> </tr> <tr> <td>1.1.3. Agua de superficie mixta a alta</td> <td>1.1.3.1. Agua de superficie mixta a alta</td> </tr> <tr> <td>1.1.4. Agua de superficie alta</td> <td>1.1.4.1. Agua de superficie alta (30-40 mg/l)</td> </tr> <tr> <td>1.1.5. Agua de superficie mixta alta</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1.1.6. Agua de superficie mixta</td> <td></td> </tr> </table> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px; width: fit-content;"> Descripción de Metodología: pH, CE: Electrométrica Ca, Mg, Na, K: Absorción Atómica </div> <p style="margin-top: 20px;">(L.C. = Menor al Límite de Cuantificación) Los resultados obtenidos en este informe, corresponden únicamente a las muestras/sustancias al ensayo. Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación otorgado al OMI. Las siglas, abreviaturas, etc. que se realicen a continuación, están fuera del alcance de acreditación otorgado al OMI. ** Ejemplos no controlados. Se prohíbe la reproducción parcial, total o a copiar que sea en su totalidad.</p> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">  Responsable Laboratorio </div>																	CLASIFICACION		1.1. Agua de superficie	1.2. Agua subterránea	1.1.1. Agua de superficie dulce	1.1.1.1. Agua de superficie dulce	1.1.2. Agua de superficie salada	1.1.2.1. Agua de superficie salada	1.1.3. Agua de superficie mixta a alta	1.1.3.1. Agua de superficie mixta a alta	1.1.4. Agua de superficie alta	1.1.4.1. Agua de superficie alta (30-40 mg/l)	1.1.5. Agua de superficie mixta alta		1.1.6. Agua de superficie mixta	
CLASIFICACION																																
1.1. Agua de superficie	1.2. Agua subterránea																															
1.1.1. Agua de superficie dulce	1.1.1.1. Agua de superficie dulce																															
1.1.2. Agua de superficie salada	1.1.2.1. Agua de superficie salada																															
1.1.3. Agua de superficie mixta a alta	1.1.3.1. Agua de superficie mixta a alta																															
1.1.4. Agua de superficie alta	1.1.4.1. Agua de superficie alta (30-40 mg/l)																															
1.1.5. Agua de superficie mixta alta																																
1.1.6. Agua de superficie mixta																																
Pág 1 de 1																																



Figura 4A. Reconocimiento del área del ensayo



Figura 5A. Preparación del terreno



Figura 6A. Delineación experimental



Figura 7A. Colocación de la Tina de evapotranspiración clase A



Figura 8A. Peso de fertilizante



Figura 9A. Colocación de fertilizante



Figura 10A. Control fitosanitario



Figura 11A. Toma de dato a los 30 días



Figura 12A. Dato de la precipitacion



Figura 13A. Altura de insercion de la mazorca



Figura 14A. Limpieza manual



Figura 15A. Diámetro de tallo



Figura 16A. Longitud de mazorca



Figura 17A. Diametro de mazorca



Figura 18A. Peso de mazorca

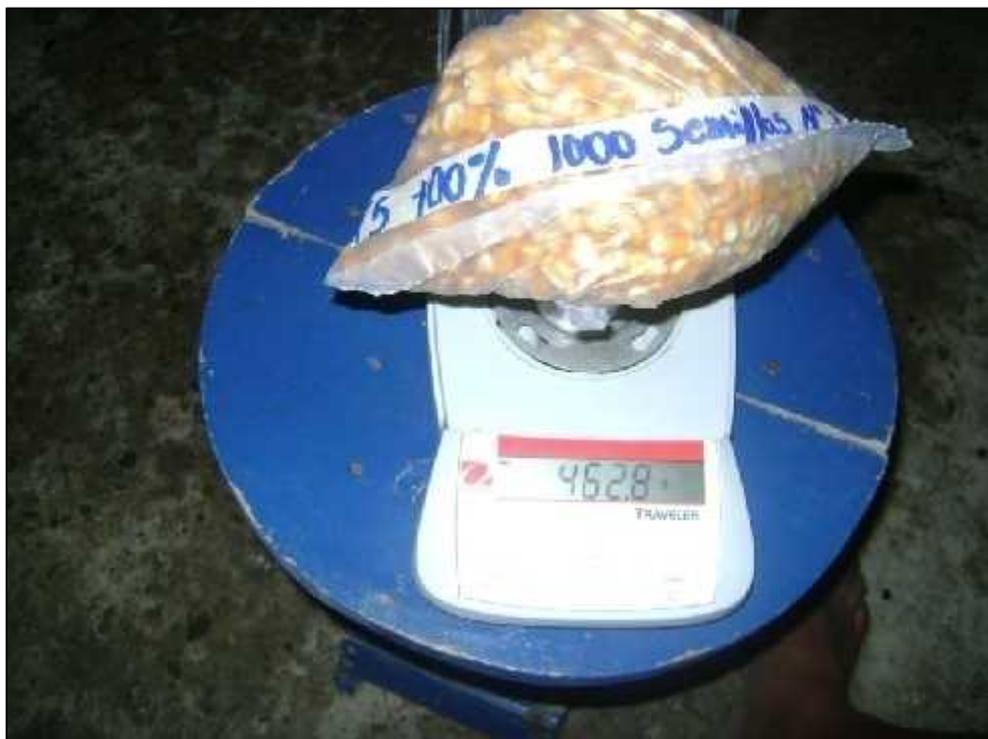


Figura 19A. Peso de 1000 semillas (g)



Figura 20A. Cosecha manual



Figura 21A. Cosecha y peso.