



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AGRÍCOLA**

**Trabajo de diploma**

**TEMA:**

**Evaluación de la producción de chilote  
en el cultivo de Maíz (*Zea mays*, L)  
variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y  
determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego.  
Finca Las Mercedes, Managua, 2009.**

**CARRERA:**

**Ingeniería Agrícola Para el Desarrollo  
Sostenible.**

**AUTOR:**

**Br. Jorge Lenin Peña Quiroz**

**ASESORES:**

**Ing. Miguel Jerónimo Ríos  
Ing. Msc. Emilio Marrero  
Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco**

**Managua, Nicaragua Mayo, 2011.**



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AGRARIA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA  
AGRÍCOLA**

**Trabajo de diploma**

**TEMA:**

**Evaluación de la producción de chilote  
en el cultivo de Maíz (*Zea mays*, L)  
variedad HS-5G utilizando sustratos mejorados y  
determinación de los coeficientes “Kc” y “Ky”, bajo riego.  
Finca Las Mercedes, Managua, 2009.**

**CARRERA:**

**Ingeniería Agrícola Para el Desarrollo  
Sostenible.**

**AUTOR:**

**Br. Jorge Lenin Peña Quiroz**

**ASESORES:**

**Ing. Miguel Jerónimo Ríos  
Ing. Msc. Emilio Marrero  
Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco**

**Managua, Nicaragua Mayo, 2011**

## DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación representa el esfuerzo por alcanzar una de mis metas propuestas en el lapso de mi vida que es obtener el título de Ingeniero Agrícola.

Dedico en primer lugar a *Dios*, todo poderoso creador del cielo y la tierra, por haberme dado sabiduría y constancias necesarias para enfrentar los retos que se presentan en el transcurso de mi vida.

A mi madre: *Maria Josefa Quiroz* quien ha sido el eje fundamental de mi formación e impulsadora para alcanzar, todas mis metas.

A mi esposa: *Ligia Maria Torres Castro*. Por haberme dado su apoyo incondicional para llegar a culminar este trabajo de tesis y haberme depositado en mí su confianza e inculcar deseos de superación.

A mi hijo: *Lenin Bladimir Peña Torres* el que ha sido una fuente de inspiración para llegar a culminar este trabajo de tesis y seguir adelante.

A mis abuelas: *Maria de los Angeles Quiroz (q.e.p.d) y Mercedes. Suazo* por haberme brindado su ayuda en todo momento.

A mis amigas: *Rosita Fidelina González y Meyling Torres* por haberme ayudado en mi tesis.

A mis tías (os): *Justa Maria, Juana Mercedes, Juana Simona, Francisco Quiroz, Pedro López* y a mis primo por brindarme amor y apoyo en todos los momentos de mi vida.

*Jorge Lenin Peña Quiroz*

## AGRADECIMIENTO

A *Dios* por que me has dado inteligencia y fuerza para alcanzar una de mis metas, gracias.

A mis asesores; *Ing. Miguel Ríos, Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco y Msc. Emilio Marrero*, por su apoyo incondicional en la realización de este trabajo de tesis.

A la dirección de producción (DIPRO) por el financiamiento en la ejecución de este trabajo investigativo.

A la dirección de investigación, extensión y postgrado (DIEP) en especial al *Dr. Freddy Alemán* por financiar esta investigación y al *Ing. Roberto Larios* por el apoyo brindado a través de los años de nuestra carrera y en nuestra tesis.

Al programa de servicios estudiantiles de la Universidad Nacional Agraria, especialmente a la *Lic. Idalia Casco* y al personal del Centro de Investigación y Documentación Agropecuaria (CENIDA) de nuestra alma mater por su valiosa colaboración la que fue de mucha importancia para nuestra formación profesional.

Al *Dr. Víctor Aguilar Bustamante* por haberme brindado su ayuda en cualquier momento.

A mis compañeros de clase profesores y trabajadores de la universidad por haberme brindado su amistad, ayuda de una u otra manera durante mi aprendizaje. En especial a las secretarias *Marjuri García, Lisseth Gonzales, Gloria Hernández, Arlen Mora, Idalia Vindel, Petrona Jaleno, Jeresa Cadenas, María José Roble* y a mis amigos que estuvieron presentes en uno de los momentos más importantes.

A mis amigas *Lillian Torres, Ángela Polanco, Meyling Torres y Rosita González* las que colaboraron para llegar a este momento tan esperado.

Al *Sr Roger Alvarez, Ing. Francis Boby, Sr Manuel Salgado Valle, María Flena Gómez, Ivania Gómez y Yardley Sánchez* por haber ayudado en la realización y culminación del trabajo investigativo.

*Jorge Lenin Peña Quitoz*

## INDICE GENERAL

CONTENIDO	Pág.
DEDICATORIA-----	I
AGRADECIMIENTO-----	II
INDICE GENERAL-----	III
INDICE DE TABLA-----	VI
INDICE DE FIGURAS-----	VIII
INDICE DE ANEXOS-----	IX
RESUMEN-----	XI
I. INTRODUCCION-----	1
II. OBJETIVOS-----	4
III. MATERIALES Y METODOS-----	5
3.1. Ubicación del experimento-----	5
3.2. Descripción de la variedad-----	6
3.3. Diseño experimental-----	7
3.4. Descripción de los tratamientos-----	7
3.5. Manejo agronómico-----	7
3.5.1. Preparación del suelo-----	7
3.5.2. Siembra-----	7
3.5.3. Control de plagas-----	7
3.5.4. Control de malezas-----	7
3.5.5. Raleo-----	8
3.5.6. Aporque-----	8
3.5.7. Cosecha-----	8

3.5.7.	Peso-----	8
3.6.	Fertilización-----	8
3.6.1	Elaboración del compost-----	8
3.6.2.	Elaboración del Bocashi-----	9
3.6.3.	Elaboración del Biofertilizante-----	9
3.7.	Riego-----	10
3.7.1.	Aforación de aspersores-----	11
3.7.2.	Coeficiente de uniformidad Pluviometría y cantidad de agua recogida-----	11
3.7.3	Porcentaje de humedad-----	12
3.7.4.	Densidad aparente-----	12
3.7.5.	Reservas de Aguas Iniciales y Finales-----	12
3.7.6.	Evapotranspiración Real-----	13
3.7.7.	Evapotranspiración potencial-----	13
3.8.	Variables de Riegos-----	13
3.8.1.	Coeficientes del cultivo “Kc”-----	14
3.8.2.	Coeficiente del rendimiento del cultivo “Ky”-----	14
3.9.	Variables evaluadas-----	14
3.9.1.	Altura de la planta (cm) -----	14
3.9.2.	Diámetro del tallo (cm) -----	14
3.9.3.	Promedio de hojas-----	14
3.9.4.	Altura de la primera y segunda inserción del chilote (cm) -----	15
3.9.5.	Peso con brácteas (gr) -----	14
3.9.6	Peso sin brácteas (gr) -----	15
3.9.7.	Longitud del chilote (cm) -----	15
3.9.8.	Diámetro del chilote (mm) -----	15

3.9.9.	Rendimiento ( $\text{Kg ha}^{-1}$ )	-----15
3.10.	Análisis estadístico	-----15
3.10.1.	Modelo Aditivo Lineal	-----15
3.11	Análisis económico	-----16
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	-----17
4.1.	Altura de la planta (cm)	-----17
4.2.	Diámetro del tallo (cm)	-----18
4.3.	Promedio de hojas por plantas	-----19
4.4.	Altura de la primera y segunda inserción del chilote (cm)	-----20
4.5.	Peso del chilote con braquia (gr)	-----20
4.6.	Peso del chilote sin braquia (gr)	-----20
4.7.	Diámetro del chilote (mm)	-----20
4.8.	Longitud del chilote (cm)	-----21
4.9.	Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	-----21
4.10.	Análisis económico	-----22
4.10.1	Análisis de presupuesto parcial	-----23
4.10.2	Análisis de dominancia	-----23
4.10.3	Análisis de retorno marginal	-----24
4.11.	Riego	-----24
4.11.1.	Riego por aspersión	-----25
4.11.2.	Régimen de riego	-----26
4.11.3.	Coefficiente del cultivo $K_c$	-----27
4.11.4.	Coefficiente del rendimiento $K_y$	-----28
V.	CONCLUSIONES	-----31
VI.	RECOMENDACIONES	-----32

VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS-----	33
VIII.	ANEXOS-----	36

## INDICE DE TABLAS

N° TABLA		Pág.
1	Análisis de suelo en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes 2009.-----	6
2	Características agronómicas del maíz variedad HS-5G-----	6
3	Características químicas de los abonos orgánicos (compost, Bocashi y biofertilizante), utilizados en un estudio en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009-----	10
4	Análisis de agua del pozo de la unidad productiva Hacienda Las Mercedes 2009-----	11
5	Altura de la planta (cm) en las diferente etapas fisiológica del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L) en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009-----	18
6	Diámetro del tallo (mm) en las diferente etapas fisiológica del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L) en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes 2009-----	19
7	Promedio de hojas en las diferentes etapas fisiológicas del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L) en la unidad productiva Hacienda las Mercedes, 2009-----	19
8	Efecto de diferentes dosis de abonos orgánicos y fertilizante (urea 46%) en el rendimiento del chilote en la primera cosecha del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L), a los 52 dds en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009.-----	22
9	Efecto de diferentes dosis de abonos orgánicos y fertilizante (urea 46%) en el rendimiento del chilote en la primera cosecha del cultivo de maíz ( <i>Zea mays</i> L), a los 58 dds en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009.-----	22
10	Resultados del análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo del maíz ( <i>Zea mays</i> L).-----	23

<b>11</b>	Análisis de dominancia para cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo del maíz ( <i>Zea mays</i> L).-----	24
<b>12</b>	Análisis de retorno marginal-----	24
<b>13</b>	Régimen de riego establecido para el cultivo del maíz ( <i>Zea mays</i> L).-----	26
<b>14</b>	Coeficientes del cultivo $K_c$ durante el ciclo vegetativo en cada uno de los tratamientos evaluados en el ensayo del maíz ( <i>Zea mays</i> L).-----	27
<b>15</b>	Coeficiente de rendimiento $K_y$ para cada uno de los tratamientos evaluados en la etapa de cosecha del chilote.-----	29

## INDICE DE FIGURAS

N° FIGURA	Pág.
1 Factores climáticos están representados por decena -----5 durante la realización del experimento.	5
2 Coeficientes del cultivo Kc del maíz en las etapas-----28 de desarrollo del chilote.	28
3 Coeficiente de rendimiento (Ky) para la cosecha-----30 en la etapa del chilote.	30

## INDICE DE ANEXOS

### N° FIGURA

### Pág.

<b>A-1</b>	Factores climáticos están representados por decena durante la realización del experimento.-----	38
<b>A-2</b>	Diseño experimental-----	39
<b>A-3</b>	Cantidad de agua recogida en los pluviómetros (mm) -----	40
<b>A-4</b>	Esquema de la evaluación pluviométrica-----	41
<b>A-5</b>	Trazado de las isolíneas de igual precipitación-----	42
<b>A-6</b>	Cálculos de la uniformidad de la lluvia por la Formula de Christiansen.-----	43
<b>A-7</b>	Formulas del aspersor y Resultados de la aforación de los aspersores.-----	43
<b>A-8</b>	Cálculo de los tiempos de puesta del riego-----	43
<b>A-9</b>	Porcentajes de humedad, reservas iniciales y finales del ciclo del cultivo.-----	44
<b>A-10</b>	Cálculo de la evaporación y coeficiente del cultivo para el tratamiento compost en cada una de las decenas.-----	45
<b>A-11</b>	Cálculo de la evaporación y coeficiente del cultivo para el tratamiento Bocashi en cada una de las decenas.-----	46
<b>A-12</b>	Cálculo de la evaporación y coeficiente del cultivo para el tratamiento biofertilizante en cada una de las decenas.-----	47
<b>A-13</b>	Cálculo de la evaporación y coeficiente del cultivo para el tratamiento químico (urea 46%) en cada una de las decenas.-----	48

<b>A-14</b>	Cálculo de la Evapotranspiración potencial por el método de Doorenbos y Pruitt.-----	49
<b>A-15</b>	Cálculo de régimen de riego para el tratamiento del compost en el cultivo maíz.-----	51
<b>A-16</b>	Cálculo de régimen de riego para el tratamiento del Bocashi en el cultivo maíz.-----	52
<b>A-17</b>	Cálculo de régimen de riego para el tratamiento del biofertilizante en el cultivo maíz.-----	53
<b>A-18</b>	Cálculo de régimen de riego para el tratamiento químico (urea 46%) en el cultivo maíz.-----	54
<b>A-19</b>	Cálculos del Coeficiente de rendimiento del cultivo “Ky” para cada tratamiento en la etapa de cosecha.-----	55

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se estableció el 20 de Abril al 16 Junio del 2009, en la Unidad Productiva Hacienda Las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el municipio de Managua Departamento de Managua km 11 carretera Norte, entrada al carnic 2 km al lago, teniendo su ubicación geográfica en las siguientes coordenadas: 12°10'14" a 12°08'05" de latitud Norte y 86°10'22" a 86°09'44" longitud Oeste, a 56 msnm. La temperatura promedio es de 32.7°C, con una precipitación de 1400-1450 mm anuales, humedad relativa de 72% y una velocidad máxima del viento de 25.2 Km/h. El propósito del experimento fue Evaluar la producción de chilote en el cultivo de maíz (*Zea mays*, L.) variedad HS-5G, con los diferentes tratamientos Compost, Bocashi, Biofertilizante, Químico (Urea 46%) y la obtención de los coeficientes de cultivos "Kc" y el rendimiento "Ky", bajo el sistema de riego por aspersión en la finca Hacienda Las Mercedes. Las dosis utilizadas fueron calculadas a partir de los requerimientos del cultivo y un análisis de suelo realizado previo a la siembra, se aplicaron las dosis de 17,857 kg.h<sup>-1</sup> de compost, 10,521 kg.h<sup>-1</sup> de Bocashi 26,450 gal.h<sup>-1</sup> de Biofertilizante todos estos abonos orgánicos fueron elaborados como parte de la investigación haciendo uso de los distintos materiales que se tienen en la finca para su composición, el fertilizante mineral con 214 kg.h<sup>-1</sup> urea 46%. El ensayo se estableció en un diseño de bloque completo al azar (BCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La dimensión Total del ensayo es de 585m<sup>2</sup> (26m x 22.5m), cada parcela era de 14m<sup>2</sup> (4m x 3.5m) 1.5 m<sup>2</sup> para la parcela útil. La distancia entre bloque fue de 2 m y de 1.5 m entre parcela. Las variables cuantitativas evaluadas fueron Altura de la planta, Número de hojas, Diámetro del tallo y en los componentes del rendimiento: Altura del chilote, Peso con braquia, Peso sin braquia, Longitud del chilote, Diámetro del chilote y Rendimiento por tratamiento. A los datos obtenidos se les sometió a un análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias mediante el uso de la prueba de Diferencias Mínimas Significativas (LSD  $\alpha=0.05$ ). Utilizando Software estadístico Infostat. Los resultados muestran que la única variable que presentó diferencias significativas fue la altura de planta a los 8 días después de siembra encontrándose alturas mayor de 5.99 cm cuando el cultivo fue fertilizado con Bocashi ya que el bocashi retiene mayor humedad. Se realizó un análisis económico, logrando un beneficio neto de C\$517,165 el fertilizante sintético urea 46% obtuvo una tasa de retorno marginal (37.93 %). Con respecto a las variables de riego, tomando en cuenta las etapas fenológicas del cultivo se le aplico mayor volumen de agua en la fase de emergencia y crecimiento vegetativo para todos los tratamientos se obtuvo un coeficiente de cultivo uniforme y un coeficiente de rendimiento por lo que el químico fue el que obtuvo una menor pérdida con respecto a los otros tratamientos.

## ABSTRACT

This research work was established April 20 to June 16, 2009, in Hacienda Las Mercedes production unit owned by the National Agrarian University, located in the municipality of Managua Department Managua Km 11 North Road, entrance to Carnic 2 km Lake, with its geographical location in the following coordinates: 12 ° 10'14 "12 ° 08'05" north latitude and 86 ° 10'22 "86 ° 09'44" West longitude, at 56 meters. The average temperature is 32.7 ° C, with an annual precipitation of 1400-1450 mm, relative humidity of 72% and a maximum wind speed of 25.2 km / h. The purpose of the experiment was to evaluate the production of Chiloe in the cultivation of maize (*Zea mays* L.) variety HS-5G, with different treatments Compost, Bocashi, biofertilizers, chemical (urea 46%) and obtaining the coefficients crops "Kc" and performance "K" under the sprinkler system on the farm Hacienda Las Mercedes. The doses used were calculated from the crop requirements and soil test done before planting, were applied dose of 17.857 kg.h<sup>-1</sup> of compost, kg.h<sup>-1</sup> 10.521 26.450 gal.h-bocashi Biofertilizer 1 of these organic fertilizers were developed as part of the research using different materials have on the farm to its composition, mineral fertilizer with 214 kg.h<sup>-1</sup> urea 46%. The trial design was established in randomized complete block (RCB) with four treatments and four replications. Total dimension of the test is 585m<sup>2</sup> (26m x 22.5m), each plot was 14m<sup>2</sup> (4m x 3.5m) 1.5 m<sup>2</sup> for the experimental plot. The distance between block was 2 m and 1.5 m between plots. Quantitative variables were evaluated were plant height, number of leaves, stem diameter and yield components: chilote Height, Weight brachytherapy, brachytherapy Dry weight, length of Chiloe, Chiloe diameter and yield per treatment. The data obtained were subjected to analysis of variance (ANOVA) and means separation using the Least Significant Difference test (LSD  $\alpha = 0.05$ ). Infostat Using Statistical Software. The results show that the only variable that was significant difference in plant height at 8 days after sowing was found heights greater than 5.99 cm when the crop was fertilized with the bocashi Bocashi and retains more moisture. We performed an economic analysis, achieving a net profit of C \$ 517.165 synthetic fertilizer urea 46% return rate was marginal (37.93%). With regard to irrigation variables, taking into account the phenological stages was given the greater volume of water in the emergency phase and vegetative growth for all treatments received a uniform crop coefficient and a coefficient of performance as chemist was the one who got a minor loss compared to other treatments.

## I INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays* L) es un cultivo de unos 7000 años de antigüedad, que se cultivaba por las zonas de México y América central es un de los cereales más importante para consumo humano y animal se cultiva para grano y para forrajes, lo cual es de mayor importancia a nivel mundial ocupando el tercer lugar. Se adapta ampliamente a diversas condiciones ecológicas edáficas. EEUU es uno de los países que se destaca por su alta concentración en el cultivo de maíz, así como también es materia prima básica del sector agroindustrial (Tapia, 1983).

A nivel nacional, el maíz ocupa el primer lugar entre los granos básicos cultivados y es un elemento en la dieta del nicaragüense, pudiéndose consumir de diversa manera: Tortilla, atol, pozol, güirila, etc. Además, contribuye la actividad pecuaria en la fabricación de alimento para animales principalmente en el área avícola.

Al propagarse el cultivo del grano en el continente, el maíz llega a convertirse en un elemento aglutinador, factor de transformación social. El desarrollo e incremento de su producción permitió un rápido avance en la organización socioeconómica.

También se atribuyó al maíz cualidades mágico-religiosas. Los hechiceros y sacerdotes lo usaban en sus ritos y ceremonias, y el calendario Tonalpohuali o sucesión mágica de 18 meses de 20 días cada uno, dedica el octavo mes al rito sagrado de XILONEM, "Diosa del Maíz Tierno".

Cuenta una bella leyenda que XILONEM era una hermosa princesa que se sacrificó, durante una terrible sequía, para que su pueblo no pereciera de hambre. La decapitación de la esclava-diosa la repite simbólicamente cada año el sacerdote-agricultor, encarnado en el campesino milpero, quien desprende de la planta la primera mazorca tierna ("el chilote o xilote") es el nombre dado al maíz tierno en referencia a las barbas del maíz joven para que el fruto principal pueda desarrollarse a plenitud y asegurar rica y abundante cosecha (Visita nicaragua.2008).

Existen en el mercado algunos híbridos y variedades chiloterá que producen más cantidad de chilotes por planta que las variedades comunes o híbridos destinados a la producción de granos. Actualmente en Nicaragua las casas comerciales de semillas están trayendo al país este tipo de semillas por lo que la producción de chilotes es derivado de semillas híbridas y variedades mejoradas de maíz para grano como por ejemplo NB6 y NB12 (Blessing Y Hernández, 2009).

En el occidente de Nicaragua (León y Chinandega) el híbrido H 991, H-8 y HS-5G han presentado buenas características tanto para la producción de granos como para la de chilotes de 2 o 4 por planta de buen tamaño (Hortifruti, 2009).

Para elevar los rendimientos de este cultivo se recomienda aplicar fertilizante nitrogenado; este elemento es muy importante como complemento de la fertilidad natural del suelo y que el mismo puede ser suministrado a través de los abonos orgánicos (García, 2001).

Los fertilizantes sintéticos usados en la agricultura convencional han aumentado el rendimiento de los cultivos por que satisfacen los requerimientos nutricionales de las plantas a corto plazo sin embargo los agricultores no prestan atención a la fertilidad del suelo a largo plazo e ignoran los procesos que la mantienen (Gliessman, 2002)

El uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva de suelos degradados. Los abonos orgánicos son enmiendas que se incorporan al suelo para mejorar sus propiedades, físicas, químicas y con ellos su fertilidad. Una de las principales medidas para un mejor aprovechamiento del nitrógeno contenido en el abono orgánico es que debe de ser aplicada en el momento en que la planta mas lo requiere y lograr así un mejor aprovechamiento de nitrógeno (Castellanos, 1980).

El maíz es un cultivo exigente en agua, el riego más empleado últimamente es el riego por aspersión. Para obtener una producción máxima, en periodo de madurez exige entre 500 y 800 mm de agua, dependiendo del clima. Las necesidades hídricas van variando a lo largo del cultivo y cuando las plantas comienzan a crecer se requiere menos cantidad de agua pero sí mantener una humedad constante (Losada, A; L. Juana; Martínez, J. 1997).

El agua es un factor decisivo para el desarrollo de la planta. Para determinar el manejo óptimo del agua de riego y maximizar el beneficio económico se requiere conocer la respuesta productiva de un cultivo a la aplicación del agua. Desde el punto de vista de la aplicación del agua de riego reviste especial importancia el momento de aplicación debido a la diferente sensibilidad de los cultivos al estrés hídrico en cada una de sus distintas fases de desarrollo (Losada, A; L. Juana; Martínez, J. 1997)

El déficit de agua durante el periodo de establecimiento en los cultivos retrasa el desarrollo y produce una planta menos vigorosa. Cuando tienen

lugar un déficit de agua durante el periodo vegetativo inicial, se produce menos superficie foliar, lo que ocasiona una reducción de rendimiento.

El riego por aspersión surge, con la necesidad de regar nuevas superficies que por características topográficas no podían ser regadas. Actualmente se sabe la importancia de la utilización del riego en todos los países del mundo, esto se debe a que gran superficie de la tierra se encuentra ubicada en zona seca y semiseca.

Se conoce como coeficiente del cultivo “Kc” un valor dependiente de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de la planta. El “Kc” varía según el periodo de crecimiento de la planta, del clima determinado y la capacidad de la planta de extraer agua del suelo, según su estado de desarrollo vegetativo. El coeficiente del cultivo no es más que la relación entre la evapotranspiración de un cultivo, durante una etapa definitiva con la evaporación. Los valores de “Kc” varían de acuerdo con la región y fecha de siembra, sin embargo las diferencias son pequeñas (Deras, 2003).

El rendimiento de los cultivos es una función que depende de una serie de factores entre ellos: variedades, fertilización, control de plagas, riego, drenaje etc. De todos ellos el agua es uno de los más limitantes y su control es fundamental para el éxito en la producción agrícola (Valverde, 2000).

El Ky es un factor de rendimiento que expresa el efecto del suministro de agua sobre el rendimiento de los cultivos y se determina mediante la relación entre los rendimientos relativos  $(1 - y_r/y_m)$  y la evapotranspiración relativa  $1 - ET_r/ET_m$  (Doorenbos y Kassam, 1980). Una evaluación de los datos experimentales de campos indica una cierta dispersión en los valores de “Ky” se debe a las imperfecciones de los experimentos y a las variaciones de clima y suelo.

La aplicación del factor del efecto sobre el rendimiento “Ky” para la planificación, diseño y operación de los proyectos de riego, permite la cuantificación del agua en términos de rendimiento del cultivo y de producción total para la superficie del proyecto. En condiciones de agua limitada, distribuida por igual durante toda la estación vegetativa, incluyendo cultivos con distintos valores de “Ky”, el cultivo con mayor valor de “Ky”, sufrirá mayor pérdida de rendimiento que el cultivo con menor valor de “Ky” (Doorenbos y Kassam, 1980).

El propósito de esta investigación es evaluar el efecto de los abonos orgánicos, (compost, bocashi y biofertilizante) y ver el resultado del crecimiento y rendimiento de chilote.

## **II OBJETIVOS**

### **General:**

Evaluar la productividad de chilote en el maíz (*Zea mays* L.) variedad HS-5G en condiciones de manejo orgánico bajo régimen de riego por aspersión en la Hacienda Las Mercedes de la Universidad Nacional Agraria.

### **Específicos:**

Determinar el efecto de los abonos orgánicos Compost, Bocashi y Biofertilizante en el rendimiento de chilote.

Aplicar un régimen de riego con volúmenes y frecuencias, en concordancia con los estados de desarrollo de la planta hasta la producción de chilote.

Determinar el comportamiento del coeficiente del cultivo “Kc” y rendimiento “Ky” en los diferentes tratamientos compost, bocashi, biofertilizante y sintético.

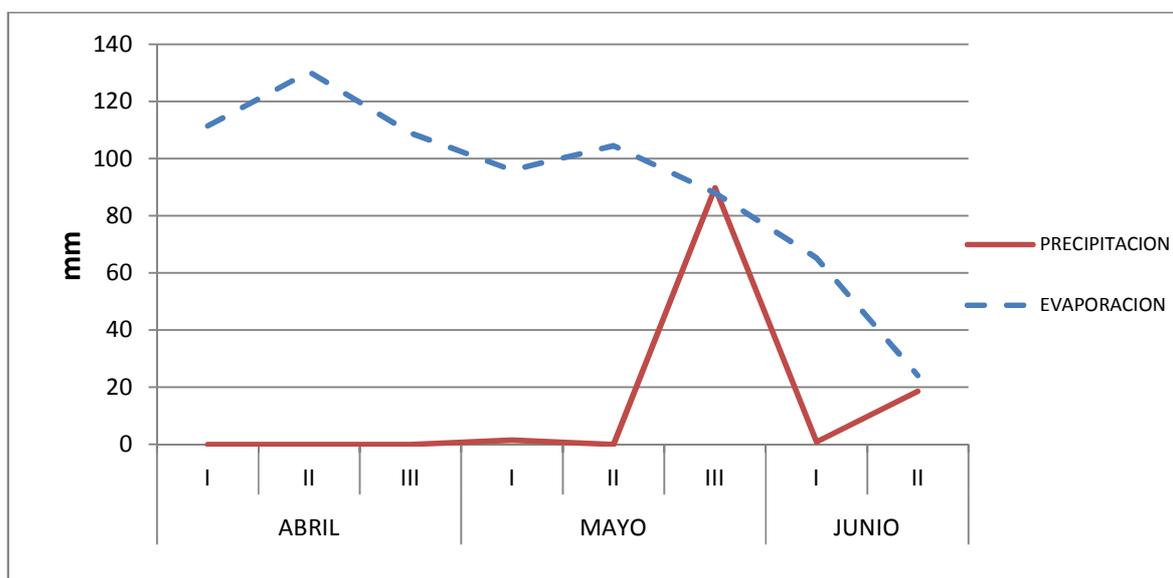
Valorar la rentabilidad económica de la producción de chilote en el cultivo de maíz utilizando diferentes dosis de fertilizantes orgánicos y sintéticos, en la Finca Las Mercedes.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación del Experimento

El estudio se efectuó entre el 20 de Abril y el 18 Junio del 2009, en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el municipio de Managua Departamento de Managua km 11 carretera Norte, entrada al Carnic 2 km al lago, teniendo su ubicación geográfica en las siguientes coordenadas: 12°10'14" a 12°08'05" de latitud Norte y 86°10'22" a 86°09'44" longitud Oeste, a 56 msnm. La temperatura promedio es de 32.7°C, con una precipitación de 1400-1450 mm anuales, humedad relativa de 72% y una velocidad máxima del viento de 25.2 Km/h. La temperatura, humedad relativa y vientos correspondientes al periodo del ensayo se encuentran en el anexo A.1 pág. 37

Figura 1. Factores climáticos están representados por decena durante la realización del experimento.



Fuente: INETER (2009)

El suelo esta clasificado como franco arcilloso derivados de cenizas volcánicas y pertenece a la serie Las Mercedes, siendo clasificado como calcic Haplustands según, (Villanueva, 1990) de orden Inceptisol. Estos suelos muestran una complejidad y heterogeneidad, además son suelos jóvenes poco desarrollados que presentan capas endurecidas, que conduce a lo que se traduce como perfiles con diferentes secuencias texturales.

Son suelos afectados por problemas de calcificación y debido a que el suelo es heterogéneo; algunos presentan alcalinidad por la modicidad, otras sub unidades de suelo tienen un mal drenaje, pero también existen otros que son adecuadamente drenados. La presencia o ausencia de un estrato endurecido así como la ubicación en el terreno, son los factores más importantes que influyen en este (Villanueva, 1990).

Tabla 1. Análisis de suelo, en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes.

pH	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Na	CIC	CE	Da	Prof. de muestreo
		%	ppm	meq/100g					μS/cm	g/cm <sup>3</sup>	cm
6.82	3.8	0.19	3.9	4.19	27.45	9.24	0.28	46.64	111	1.2	25
B	A	M	B	A	M	A					

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA (2009) A: Alto M: Medio B: Bajo

### 3.2 Descripción de la variedad

La variedad HS-5G es un híbrido, tolerante a las plagas y enfermedades.

Tabla 2. Características agronómicas del maíz variedad HS-5G

Tipo de variedad	híbrido doble
Días a floración masculina	54 a 59
Días a floración femenina	54 a 58
Potencial genético producción	excelente
Humedad	12%
Numero de chilotes	2 a 3
Resistencia a pudrición mazorca	excelente
Reacción al achaparra miento	tolerante
Días de cosecha	52 - 58
Reacción a las plagas	Tolerante
Épocas de siembra	verano y invierno

Fuente: Semillas Cristiani Burkard

### **3.3 Diseño experimental**

El ensayo se estableció en un diseño de bloque completo al azar (BCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. La dimensión Total del ensayo es de 585 m<sup>2</sup> (26 x 22.5), el área de cada unidad experimental es de 14 m<sup>2</sup> (4m x 3.5m) 1.5 m<sup>2</sup> para la parcela útil y 74 m<sup>2</sup> para cada bloque. La distancia ente bloque fue de 2 metros y de 1.5m entre parcela (Anexo 2 pág. 38).

### **3.4 Descripción de los tratamientos**

Los tratamientos utilizados fueron aplicaciones de diferentes dosis de abono orgánico. Compost, Bocashi, Biofertilizante (17,857 kg ha<sup>-1</sup>, 10,521 kg ha<sup>-1</sup>, 26,450 gal ha<sup>-1</sup> y un fertilizante sintético urea 46% (214 kg ha<sup>-1</sup>)

### **3.5 Manejo agronómico**

Las labores realizadas fueron aplicadas de igual forma a todas las unidades experimentales, limpieza, aporque, fertilización y riego.

#### **3.5.1 Preparación del suelo**

La preparación del suelo se hizo mecanizada mediante el método de labranza convencional, esta consistió en la limpia del terreno, un pase de arada, dos pases de grada y rayado de siembra, estas actividades se llevaron a cabo una semana antes de la siembra.

#### **3.5.2 Siembra**

Se realizo de forma manual el 20 de Abril del 2009, colocando dos semilla por golpe a una distancia entre surco de 0.58 m y 0.10 m entre planta.

#### **3.5.3 Control de plagas**

Se estableció un manejo fitosanitario durante el período del cultivo, vigilando a la *Spodoptera frugiperda* J.E.Smith (gusano cogollero) evitando que llegara a su nivel crítico, por lo que fue controlado con aceite de Neem con tres aplicaciones a razón de 30cc en 20 litros de agua.

#### **3.5.4 Control de malezas**

Esta se realizó en tres momentos durante el ciclo vegetativo, a los 15,25 y 35 días después de la siembra, por lo que fue de forma manual usando azadones.

#### **3.5.5 Raleo**

Se realizó a los 9 días después de la siembra en horas de la mañana dejando 10 plantas por metro lineal.

#### **3.5.6 Aporque**

Esta actividad se realizó el mismo día después del control de maleza.

#### **3.5.7 Cosecha**

La cosecha se efectuó de forma manual a los 52-58 días después de la siembra al completar la formación del chilote, se cosecharon los tres surcos dentro de la parcela útil (1.5 m<sup>2</sup>), esta actividad se realizó el 12 y 18 de junio del 2009.

#### **3.5.8 Peso**

Al mismo momento de la cosecha se efectuó el peso con brácteas, sin brácteas, se utilizó una balanza digital, el diámetro y la longitud del chilote. se procedió a medir con una cinta métrica

### **3.6 Fertilización**

Los abonos orgánicos y el fertilizante sintético se aplicaron al momento de la siembra.

#### **3.6.1 Elaboración del compost**

El compost se elaboró antes de la siembra, utilizando los siguientes materiales:

12 carretilladas Estiércol de ganado fresco

12 Zacate

12 sacos de Hojarasca verde  
12 sacos de Tierra  
Agua lo suficiente hasta quedar humedecida.

La elaboración de la abonera se realizo de la siguiente manera: se limpio el área donde se realizo el abono, se humedeció el terreno, posteriormente se le fue aplicando los materiales por capa el primero material fue el vegetal seco con dos sacos, luego se le agrego estiércol de vaca 3 carretillada después fue el vegetal verde con y por ultimo se le agrego tierra, al momento que se iba levantando las capas se coloco un tronco como respiradero par que este no se calentara demasiado y a la misma vez le suministrara aire. Este proceso se repitió hasta llegar a la cuarta y última capa y se concluyo tapándolo con plástico, el volteo se realizo hasta que tuviera un mes completo para luego colarlo y empacarlo en saco y posteriormente aplicarlo al terreno.

### **3.6.2 Elaboración del Bocashi**

El Bocashi se realizo dos meses antes de la siembra, se elaboraron utilizando los siguientes materiales: carbón molido, leche, azúcar, tierra, gallinaza y maleza.

Materiales a utilizar:

1 sacos de carbón.	2 galones de leche.
6 libras de azúcar	6 saco de tierra vegetal
8 saco de pollinaza.	12 yardas de plástico
10 Maleza verde picada	

La elaboración de cada abonera fue realizada de la siguiente manera: se coloco una capa de tierra, agua para humedecer, esta se aplico después de cada capa, se le agrego maleza picada, gallinaza, carbón, leche y azúcar este proceso fue repetitivo hasta llegar a la tercera y ultima capa; luego procedimos a mezclar todo para finalizar con la prueba de humedad con el puño verificando sino había sobre humedecimiento, fue tapado con plástico para que acumulara temperatura.

Fue necesario remover y voltear diariamente hasta que bajo la temperatura, el proceso duro 30 días.

### **3.6.3 Elaboración del Biofertilizante**

La elaboración del biofertilizante fue 2 meses antes de la siembra, se utilizaron los siguientes materiales:

1 tubo de pega PVC	6 libras de azúcar
--------------------	--------------------

40 galones de agua  
 40 litros de estiércol  
 1 adaptador  $\frac{3}{4}$  P V C  
 1 botella de plástico  
 1 tanque de plástico

6 litros de leche  
 2 codo de  $\frac{1}{2}$  P V C  
 1 reductor de  $\frac{3}{4}$  P V C  
 1 metro de tubo P V C

Este abono líquido fue preparado en el tanque a base de estiércol fresco de vaca disuelta en agua, fue enriquecido con leche y azúcar se relleno el tanque con agua dejando una recamara para acumular el gas se tapo bien el tanque con su tapa (tapa enroscada con un adaptador de  $\frac{3}{4}$ , un reductor y sus niples, botella de plástico) se dejo fermentar bajo un sistema anaeróbico.

Tabla 3. Características químicas de los abonos orgánicos (compost, Bocashi y biofertilizante), utilizados en un estudio de la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009.

Abonos orgánicos	Características químicas									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn	
	%			Ppm						
Compost	0.56	0.17	0.66	0.19	0.28	7.035	190	1125	40	
Bocashi	0.95	0.7	1.14	0.39	0.37	3.895	135	745	250	
Biofertilizante	0.10	0.01	3.5	0.19	0.66	7.1	0.9	8.4	0.8	

Fuente: Laboratorio de suelos y agua UNA (2009)

Una vez obtenido los resultados de los análisis químicos de los abonos orgánicos se determino las dosis a incorporar en las parcelas experimentales de acuerdo a la necesidad del cultivo, tomando en cuenta los elementos nutricionales contenidos en el suelo y en los abonos orgánicos (Tabla 1 y 3).

En la fertilización se utilizo  $17,857 \text{ kg ha}^{-1}$  de compost,  $10,521 \text{ kg ha}^{-1}$  bocashi al momento de la siembra y fertilizante sintético (urea 46%) a razón de  $214 \text{ kg ha}^{-1}$ . La aplicación de biofertilizante líquido se realizo en dos aplicaciones: la primera se efectuó a los 8 días después de la siembra con dosis de  $3571 \text{ gal ha}^{-1}$  y a los 15 días después de la siembra se aplico  $3571 \text{ gal ha}^{-1}$  esta aplicación solo fue el 27% del total de  $26,450 \text{ gal ha}^{-1}$ .

### 3.7 Riego

Las labores realizadas fueron aplicadas de igual manera a todas las unidades experimentales, el agua de riego que se utilizo fue sustraída del pozo de la Finca Hacienda Las Mercedes con una bomba de 1.5 Hp marca STARITE, modelo 430P4FT con capacidad de  $1.89 \text{ lt.s}^{-1}$ , antes de suministrar el agua a través del sistema de riego por aspersión móvil de acuerdo a la tabla de régimen de riego; se realizo un análisis lo que dió como resultado un **C3-S1**, representando el **S1** aguas con bajo contenido de sodio puede usarse si que se esperen serios perjuicios en el desarrollos del cultivo y el **C3**, aguas altamente salinas tiene que existir buena condiciones de drenaje, se debe controlar la salinidad y solo se deben cultivar plantas resistente.

Tabla 4 Análisis de agua del pozo de la unidad productiva Hacienda Las Mercedes 2009.

Aniones						Cationes					RAS	Clasificación
CE	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>	Suma	Ca	Mg	Na	K	Suma		
$\mu\text{S/cm}$	Meq/lt					Meq/lt						Según USDA
867	2.64	4.24	1.24	0.86	8.96	1.79	0.98	0.65	0.24	3.66	0.55	<b>C3-S1</b>

Fuente: Laboratorio de suelo y agua UNA.

CE: conductividad eléctrica

RAS: relación de absorción de sodio

#### 3.7.1 Aforación de aspersores

Esta actividad se efectuó antes de la siembra utilizando un método artesanal haciendo uso de: Baldes, Manguera, Probeta, Cronómetro y un Manómetro para medir presión de los aspersores en el momento de la aforación

Los datos del aspersor utilizado en el ensayo son: Modelo 4023, Senninger doble boquillas  $\frac{3}{16}'' \times \frac{3}{32}''$  presión de 29.86 *PSI*, gasto de 0.325  $\text{lt.s}^{-1}$ , diámetro de 28m (anexo 7 pág. 42)

### 3.7.2 Coeficiente de uniformidad pluviométría y cantidad de agua recogida

Este método se realizó en el área de siembra mediante el uso de cilindros pluviométricos y probeta, con el interés de conocer el comportamiento de la lluvia aportada a lo largo de los aspersores, llegándose a obtener de esta manera el coeficiente de uniformidad del lateral de riego, utilizando la fórmula de Christiansen: (anexo 3,6,7 pág. 39 y 42).

$$Cu = 100 \left( 1 - \frac{|I_i - I_m|}{nI_m} \right)$$

Donde:

Cu: Coeficiente de uniformidad expresado (%)

$I_i$ : Intensidad medida en cada pluviómetro, ( $\text{mm. ha}^{-1}$ )

$I_m$ : Intensidad media de todas las observaciones, ( $\text{mm. ha}^{-1}$ )

n: Cantidad de observaciones

### 3.7.3 Porcentaje de humedad

Los porcentajes de humedad se efectuaron a través del método gravimétrico, cada 10 días se tomaron muestras de suelo húmedo de cada parcela las cuales fueron pesadas en una balanza, y colocadas en un horno solar, durante 3 días y estas se volvieron a pesar para así encontrar el porcentaje de humedad (anexo 9 pág. 43) utilizando la siguiente fórmula:

$$\%Hp = \frac{Psht - Psst}{Pss} \times 100$$

Donde:

%Hp: es el porcentaje de humedad

Psht: peso de suelo húmedo del tarrito (gr)

Psst: peso del suelo seco del tarrito (gr)

Pss: peso del suelo seco (gr)

### 3.7.4 Densidad aparente

Se hizo antes de la preparación del terreno de forma triangular en el área que se cultivo a una profundidad de 30 cm colocando 1 cilindro cada 10 cm, luego se llevo al laboratorio de suelo para pesar cada cilindro con tierra humedad y después se dejo en el horno 24 horas a una temperatura de 105°C se peso el suelo seco lo cual se procedió a encontrar la densidad aparente mediante la formula:

$$Da = \frac{ODW - CW}{CV}, (\text{g cm}^3)$$

Donde

ODW: Peso del suelo seco con el cilindro (gr)

OW: peso del cilindro vacio

CV: Volumen del cilindro (cm<sup>3</sup>)

### 3.7.5 Reservas de agua iniciales y finales

Una vez obtenido el porcentaje de humedad se calculo las reservas de aguas iniciales y finales (anexo 9 pág. 43) por medio de las siguientes formulas:

$$Wi = 100 * \Delta H * Da * Hpi$$

$$Wf = 100 * \Delta H * Da * Hpf$$

Donde:

Wi: es la reserva inicial (m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>)

Wf: reserva final (m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>)

ΔH: variación capa activa (m)

Da: densidad aparente (g cm<sup>3</sup>)

Hpi: humedad presente al inicio de la decena (%)

Hpf: humedad presente al final de la decena (%)

### 3.7.6 Evapotranspiración real

La evapotranspiración se calculo cada 10 días para cada tratamiento (anexo 10-13 pág. 44-47) por medio de la formula de las reservas luego de haber obtenido los datos Wi, Wf, y los datos de precipitación y evaporación de la zona, datos facilitado por INETER

Formula de la reserva:

$$Wf = Wi + Pa + Nr (Mp) - Evtp, \quad \text{despejando Evtp se obtiene}$$

$$Evtp = Wi + Pa + Nr (Mp) - Wf$$

Donde:

Pa: es la precipitación aprovechable (m<sup>3</sup>/ha)

Nr: Números de riego

Mp: Norma neta o lamina neta de riego (m<sup>3</sup>/ha)

Evtp: Evapotranspiración (m<sup>3</sup>/ha)

### 3.7.7 Evapotranspiración Potencial

Se calculo para la última decena del cultivo por el método de Doorenbos y Pruitt (anexo 14 pág. 48) utilizando las formulas:

$$ETP = (a + b)WRs$$

$$Rs = \left(0.25 + 0.50 \frac{n}{N}\right) Ra$$

Donde:

(a+b): Coeficientes empíricos resueltos gráficamente

Ra: es la radiación extraterrestre

N: duración máxima diaria de insolación

n: insolación media

Rs: radiación solar

W Rs: termino de radiación

ETP: evapotranspiración potencial

### 3.8 Variables de riego

Una vez realizada la cosecha se prosiguió a calcular las variables de riego por medio de las formulas de Doorenbos y Pruitt

#### 3.8.1 Coeficiente del cultivo “Kc”

Se calculo para cada decena del cultivo por medio de la formula  $Kc = E_{vp}/E_{vtp}$  (anexo 9-12 pág. 43-47) esto se hizo para ver los días de riegos y la cantidad a aplicar de acuerdo a los porcentaje de humedad y pluviométrica en el área donde se estableció el ensayo.

#### 3.8.2 Coeficiente de rendimiento del cultivo “Ky”

Este cálculo se realizo al final de la cosecha (anexo 19 pág. 54) por medio de la formula:

$$\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right) = Ky \left(1 - \frac{E_{VTPr}}{E_{VPTm}}\right) \quad \text{Despejando “Ky” obtenemos}$$

$$Ky = \frac{\left(1 - \frac{Y_r}{Y_m}\right)}{\left(1 - \frac{EVTPr}{EVTPr_m}\right)}$$

Donde:

Yr: rendimiento real de la cosecha

Ym: rendimiento máximo

EVTPr: evapotranspiración máxima

EVTPr: evapotranspiración real

### **3.9 Variables evaluadas**

Se seleccionaron 25 plantas al azar por cada parcela útil, para evaluar las siguientes variables.

#### **3.9.1 Altura de la planta (cm)**

Esta variable se evaluó durante el ciclo del cultivo a partir de los 8 días hasta los 48 días después de la siembra con un intervalo de 8 días, con el uso de una cinta métrica.

#### **3.9.2 Diámetro del tallo (cm)**

Este dato se registró en la parte media del segundo entre nudo, mediante el uso de un vernier

#### **3.9.3 Promedio de hojas**

Se realizó el conteo del número de hojas formadas completamente por planta durante el ciclo del cultivo esta se evaluó al mismo tiempo que la altura de la planta.

#### **3.9.4 Altura de la primera y segunda inserción del chilote (cm)**

La medida se realizó a los 52 y 58 días después de la siembra al momento de sacar las dos cosechas con una cinta métrica.

#### **3.9.5 Peso con brácteas (gr)**

Se realizó con una báscula electrónica en las dos cosechas de chilotes a 25 plantas escogiéndose al azar a los 52 y 58 días después de la siembra.

#### **3.9.6 Peso sin brácteas (gr)**

Se realizó con una báscula electrónica eliminando las brácteas.

#### **3.9.7 Longitud del chilote (cm)**

Se midió con una cinta métrica, de la base hasta el ápice.

### **3.9.8 Diámetro del chilote (mm)**

Se midió a cada uno de los chilotes de la base utilizando un vernier.

### **3.9.9 Rendimiento (Kg ha<sup>-1</sup>)**

Una vez determinado el peso del fruto se procedió hacer una relación por área y es expresado en kilogramos por hectárea.

### **3.10 Análisis estadístico**

Cada una de las variables estudiadas se sometió a un análisis de varianza y separación de medias utilizando la prueba de comparaciones específicas de diferencias mínimas significativas (DMS). El análisis de los datos se efectuó utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis systems, 1999)

#### **3.10.1 Modelo aditivo lineal**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

$Y_{ij}$  = j – esima observación del i – esimo tratamiento

$\mu$  = Es la media poblacional

$\tau_i$  = Efecto de i – esimo tratamiento

$\beta_j$  = Efecto del j – esimo bloque

$\varepsilon_{ij}$  = Efecto aleatorio de variación

Una vez realizado el análisis de varianza (ANDEVA) y de acuerdo con Pedroza (2008), de encontrar significativa la prueba de F para los tratamientos, se procedió a comparar las medias de las variables obtenidas en los distintos tratamientos, basándose en los procedimientos de las diferencias mínimas significativas (DMS).

### **3.11 Análisis Económico**

Con el fin establecer y comparar los costos de producción y el beneficio económico de los tratamientos a evaluar en este ensayo, se realizó un análisis de presupuesto parcial según el método propuesto por el centro

Internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CYMMIT, 1988), haciendo análisis de presupuesto parcial, análisis de dominancia y cálculo de la tasa de retorno marginal.

Según CYMMIT, (1988), el paso inicial para realizar un análisis económico de ensayo en campo es calcular todos los costos que varían para cada uno de los tratamientos.

Los costos variables totales en el estudio se determinaron con relación a los costos de fertilizante más los costos de aplicación. Los rendimientos obtenidos fueron reducido en un 10% a fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y lo que el productor podría lograr utilizando la misma tecnología.

El rendimiento acumulativo fue multiplicado por el precio del producto C\$25 Kg de chilote. El beneficio bruto se obtuvo del rendimiento acumulativo por el precio del producto. Los costos variable totales se determinan de los costos del fertilizante más los costos de aplicación y el beneficio neto se obtiene del beneficio bruto menos los costos variables totales por cada tratamiento.

La dominancia se efectúa primero ordenando los tratamientos de menor a mayor de los costos variables. Se dice que un tratamiento es dominado cuando tienes beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos. Por lo tanto la tasa de retorno marginal es la relación de los beneficios netos marginados sobre los costos marginados por cien.

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La temperatura media mensual se mantuvo superior a los 27°C e inferior a los 29°C, si se tiene en cuenta que la temperatura del suelo para obtener una buena germinación debe ser de 26 – 30°C, en la fase reproductiva se requiere una temperatura ambiente de 21 – 28°C y en la fase del chilote una temperatura media de 25°C (Fisher y Palmer, 1984), se puede decir que el cultivo se desarrolla dentro de los parámetros de temperaturas por lo que es favorable tanto en su crecimiento y desarrollo.

Las precipitaciones obtenidas en el área experimental durante todo el ciclo del cultivo, fue de 166mm, por lo que se tuvo que aplicar riego durante las etapas del cultivo para poder suplir las necesidades hídricas de la planta por

lo que requiere entre 550 – 900mm durante su crecimiento (Somarriba, 1998).

#### 4.1 Altura de planta (cm)

La altura de la planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, es indicativo de la velocidad de crecimiento. Esta determinada por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, lo que a su vez es dirigida al chilote, y puede ver afectada por la acción conjunta de los cuatro factores fundamentales: luz, humedad y nutrientes (Somarriba, 1998).

El comportamiento que presento la variable altura de la planta a los 8 días después de la siembra presenta diferencia significativa entre los tratamiento estableciéndose en tres categoría estadística El Bocashi obtuvo la mayor altura con 5.99 cm, por lo que el retiene mayor humedad seguido del compost con una altura de 5.84 cm, y el Biofertilizante con una altura de 5.79 cm y por último el testigo con una altura de 5.68 cm.

Después de los 16 días hasta los 48 días después de la siembra el análisis estadístico refleja que no existe diferencias estadística entre los tratamientos evaluados ver tabla 5

Esto se debe a que los fertilizantes químicos por tener un mayor grado de solubilidad es mas rápido la absorción a través de las raíces de las plantas (Cisne y Laguna, 2004).

Tabla 5. Altura de la planta (cm) en las diferentes etapas fisiológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009.

Tratamiento	Días después de la siembra					
	8dds	16 dds	24 dds	32 dds	40 dds	48dds
Compost	5.84 a	20.20	39.16	78.53	157.83	200.31
Bocashi	5.99 ab	20.59	43.27	78.91	156.69	211.51
Biofertilizante	5.79 b	21.20	35.66	78.70	152.52	201.09
Químico	5.68 c	22.67	40.26	80.50	154.64	219.45
C V	1.58	11.14	14.21	16.95	14.73	8.07
P>F	0.0064	0.5023	0.3489	0.9964	0.9878	0.3693
DMS	0.146	NS	NS	NS	NS	NS

## 4.2 Diámetro del tallo (cm)

Es un parámetro de gran importancia en las plantaciones de maíz, ya que influye sobre el doblamiento de los tallos cuando son afectados por fuertes vientos. Según Zaharan y Garay, (1990), citados por Vásquez y Ruiz, (1993), el grosor del tallo depende de la variedad, las condiciones ambientales y nutricionales del suelo.

La resistencia que presenta la planta de maíz al acame depende en gran medida del diámetro del tallo, lo que es afirmado por Torres, (1993), considerando que tiende a disminuirse cuando se aumenta la densidad de siembra debido a la competencia entre planta, INTA (2001), el nitrógeno es uno de los factores que influye en el diámetro de las planta.

De acuerdo al ANDEVA realizado a esta variable en diferentes momentos del crecimiento y desarrollo muestra que a los 8, hasta los 48 días después de la siembra no mostraron diferencia significativas entre los tratamientos, como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Diámetro del tallo (cm) en las diferentes etapas fisiológicas del cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009.

Tratamiento	Días después de la siembra					
	8dds	16 dds	24 dds	32 dds	40 dds	48dds
Compost	2.54	7.55	13.81	16.92	20.91	22.31
Bocashi	2.51	7.30	15.51	18.02	20.44	22.07
Biofertilizante	2.49	7.82	13.97	18.62	21.02	22.18
Químico	2.61	8.16	14.67	19.82	22.87	23.00
C V	2.35	18.49	11.17	9.11	8.70	11.97
P>F	0.0823	0.8468	0.4697	0.9828	0.9042	0.3603
DMS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

## 4.3 Promedio de hojas por plantas

El promedio más frecuente de hojas es de 12 a 18, con un promedio de 14. Este obviamente depende del número de nudos del tallo, ya que de cada nudo emerge una hoja (Robles, 1990), además esta determinado por factores genéticos, sin embargo el número de hojas podría ser influenciado por la falta de nutrientes.

A medidas que la planta crece se puede perder de 3 a 5 hojas por causas como: falta de nutrientes, engrosamiento del tallo, alargamiento entrenudos y enfermedades foliares; a la vez que mas hojas se exponen a la luz solar, la tasa de acumulación de materia seca aumenta gradualmente (Somarriba, 1998).

En el análisis de varianza para la variable promedio de hojas por planta, se obtuvo que no hay diferencia significativa para los tratamiento en el estudio a como se muestra en la tabla 7

Tabla 7. Promedio de hojas en las diferente etapas fisiológica del cultivo de maíz (*Zea mays* L) en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009.

Tratamiento	Días después de la siembra					
	8dds	16 dds	24 dds	32 dds	40 dds	48dds
Compost	2.49	4.99	6.52	8.76	10.99	11.60
Bocashi	2.49	5.29	6.45	8.71	11.12	11.71
Biofertilizante	2.59	5.05	6.10	8.66	10.81	11.19
Químico	2.48	5.14	6.67	9.05	11.19	12.37
C V	5.23	7.90	6.01	7.81	3.60	4.29
P>F	0.6172	0.7456	0.2660	0.8529	0.5712	0.0972
DMS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

#### 4.4 Altura de la primera y segunda inserción del chilote (cm)

Es un parámetro importante para determinar el comportamiento del número de chilote en cada una de las plantas.

El estudio refleja que no existe diferencia significativa para la altura del primero y segundo chilote al momento de las cosechas a como se observa en la tabla 8 y 9.

#### 4.5 Peso del chilote con bracteas (gramos)

Es uno de los parámetros que utiliza el productor para comercio es de ahí como se conserva el chilote durante los días de comercialización y esto permite que no obtenga ningún daño durante su transporte.

Para la variable del peso del chilote con braquia tanto en la primera y segunda cosecha el análisis estadístico refleja que no existe diferencia significativa (ver tabla 8 y 9) por consiguiente la separación de media por diferencia mínima significativa agrupa los tratamientos en una sola categoría estadística.

#### **4.6 Peso del chilote sin brácteas (gramos)**

Es una característica importante para el comercio nacional e internacional pues es como lo envían fuera del país en chilero o encurtido no hay peso establecido para poder ser enviado a Europa y EEUU.

En los análisis de varianza refleja que no hay diferencia mínima significativa agrupando los tratamientos en estudio en una categoría estadística para la primera y segunda cosecha. (Ver tabla 8 y 9).

#### **4.7 Diámetro del chilote (mm)**

Es muy importante en la calidad ya que el diámetro junto con el peso sin braquia está ligado para la exportación, el chilote pasado de cierto diámetro no puede ser consumido por que pierde el gusto y no puede ser comercializado.

El análisis realizado muestra que no hubo diferencias significativas para el diámetro del chilote lo cual se refleja en una sola categoría en la primera y segunda cosecha (Ver tabla 8 y 9).

#### **4.8 Longitud del chilote (cm)**

La longitud junto con el diámetro y el peso sin braquia es muy importante para que se pueda realizar la comercialización lo que tienen que estar entre los parámetros o rangos establecidos para exportar tanto nacional e internacional (Hortifruti 2009).

En las dos cosechas según el análisis estadístico realizado no hubo significancia por lo que se comportó en una sola categoría como se muestra en las tablas 8 y 9.

#### **4.9 Rendimiento ( $\text{kg ha}^{-1}$ )**

El rendimiento es la variable principal en cualquier cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio unido al potencial genético de la variedad; por lo tanto, es el resultado de un sin número de factores biológicos, ambientales y manejo

que se le de al cultivo de los cuales se relacionan entre si para expresarse en producción de kg ha<sup>-1</sup> El incremento de los rendimientos depende del uso de fertilizantes, de híbridos o variedades mejoradas, que dan a la planta mayor resistencia a plagas y enfermedades citado por Jugenheimer,(1981).

El rendimiento del chilote esta en dependencia de la distancia de siembra entre surco y planta siempre y cuando exista una alta disponibilidad de nutrientes en el suelo y sobre todo este cultivo este influenciado por adecuadas dosis de nitrógeno.

La población que se obtuvo el experimento fue de 280 planta en 14 m<sup>2</sup> lo que cual se dejo 25 plantas en el centro de la parcela para tomar datos en cada una de las parcela el total de plantas que se obtuvo en area experimental fue de 4480 dejándolo a una distancia entre surco de 0.58m y 0.10m entre planta.

El nitrógeno interviene directamente en el desarrollo de la planta del maíz es uno de los principales elementos para logra un buen crecimiento, todos estos componentes del rendimientos dependen de la nutrición nitrogenada durante la etapa de desarrollo vegetativo e inmediatamente antes de la floración (Salmerón y García, 1994).

El análisis de varianza y la prueba de diferencian mínima significativa, muestra que no hubo significancia en los rendimientos por lo que se agrupan en una sola categoría en la primera y segunda cosecha a como se muestra en las tablas 8 y 9.

Tabla 8 Efecto de diferentes dosis de abonos orgánicos y fertilizante mineral (urea 46%) en el rendimiento del chilote en la primera cosecha del cultivo de maíz (*Zea mays* L), a los 52 dds en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009.

Tratamiento	ALCH (cm)	PCB (gr)	PSB (gr)	DCH (mm)	LDH (cm)	REND (kg ha <sup>-1</sup> )
Compost	139.92	77.56	30.03	20.26	12.04	13628
Bocashi	143.01	82.89	35.73	21.75	13.19	14198
Biofertilizante	138.23	80.89	31.01	21.04	13.11	13000
Químico	135.62	85.88	28.08	19.61	12.98	15349
C V	11.22	12.60	22.63	6.56	7.58	10.91
P>F	0.9222	0.7169	0.5029	0.2029	0.3585	0.236
DMS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

ALCH=altura del primer chilote PCB=peso con braquia PSB=peso sin braquia DCH=diámetro del chilote LDH=longitud del chilote REND=rendimiento del chilote en (kg.h<sup>-1</sup>)

Tabla 9 Efecto de diferentes dosis de abonos orgánicos y fertilizante mineral (urea 46%) en el rendimiento del chilote en la segunda cosecha del cultivo de maíz (*Zea mays* L), a los 58 dds en la unidad productiva Hacienda Las Mercedes, 2009.

Tratamiento	ALCH (cm)	PCB (gr)	PSB (gr)	DCH (mm)	LDH (cm)	REND (kg/ha <sup>-1</sup> )
Compost	116.92	46.39	17.24	16.32	11.19	8308
Bocashi	120.81	44.86	17.09	16.42	11.07	7723
Biofertilizante	132.24	43.38	17.70	16.54	10.92	7591
Químico	123.55	54.77	17.80	16.33	11.54	8037
C V	16.25	15.08	17.84	6.92	5.64	18.79
P>F	0.7427	0.1787	0.9847	0.9913	0.5668	0.918
DMS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

ALCH=altura del segundo chilote PCB=peso con braquia PSB=peso sin braquia DCH=diámetro del chilote LDH=longitud del chilote REND=rendimiento del chilote en (kg/ha<sup>-1</sup>)

#### 4.10 Análisis Económicos

Los Resultados Agronómicos se sometieron a un análisis económico, para determinar la rentabilidad de los diferentes tratamientos, a fin de recomendar esta practica en la producción, conforme a los objetivos y perspectivas de los productores.

##### 4.10.1 Análisis de presupuesto parcial

El análisis económico practicado a los diferentes tratamientos (dosis) presenta de cuantos es el costo variable total de los abonos C\$8,182 para la aplicación de compost; C\$8,922 para el bocashi; C\$48,837 en el biofertilizante y C\$9,020 para la aplicación de fertilizante sintético.

Así mismo, se puede observar que la dosis de urea 46% presenta mayor beneficio neto (C\$517,165) es con el cual el productor tiene un buen margen de ganancia a como se puede observar en la tabla 10.

Tabla 10. Resultados del análisis de presupuesto parcial realizado a los tratamientos evaluados en el cultivo del maíz (*Zea mays* L)

	COMPOST	BOCASHI	BIOFERTILIZANTE	UREA 46%
Rendimiento kg .ha	21,936	21,921	20,591	23,386
10% ajuste	2193.6	2192.1	2059.1	2338.6
Rendimiento ajustado	19742.4	19728.9	18531.9	21047.4
Beneficio Bruto (C\$)	493,560	493,222.50	463,297.50	526,185
Costo de fertilizante (C\$)	6,482	7,222	47,137	6,120
Costo de aplicación (C\$)	1,700	1,700	1,700	2,900
Costo Variables totales (C\$)	8,182	8,922	48,837	9,020
Costos Fijos (C\$)	15,611	15,611	15,611	15,611
Beneficio Neto (C\$)	469,767	468,690	398,850	501,554

#### 4.10.2 Análisis de dominancia

Luego de haber realizado el análisis de presupuesto parcial, se procede a determinar cuales de los tratamientos han sido dominados y cuales no. Un tratamiento es dominado por otro tratamiento cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían mas bajos (CIMMYT, 1988).

El análisis de dominancia (tabla 11) practicados a los diferentes tratamientos muestra que existen dos tratamientos no dominados (ND), estos son compost y urea 46%. El resto de los tratamientos se muestra como dominados (D), debido a sus bajos beneficios netos y mayores costos variables

Tabla 11. Análisis de dominancia para cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo del maíz (Zea mays L)

Tratamiento	Total de costos que varían (C\$/ha)	Beneficio neto (C\$/ha)	Dominancia
Compost	C\$ 8,182	C\$ 469,767	ND
Bocashi	C\$ 8,922	C\$ 468,690	D
Urea 46%	C\$ 9,020	C\$ 501,554	ND
Biofertilizante	C\$ 48,837	C\$ 398,850	D

#### 4.10.3 Análisis de retorno marginal

La tabla 12 muestra que la aplicación del fertilizante sintético es el único que presenta una tasa de retorno marginal. Así mismo indica que el agricultor puede recuperar C\$37.93 por cada córdoba invertido con el tratamiento de urea 46%.

Por lo tanto el tratamiento compost no se puede ver una tasa de retorno ya que el rendimiento es muy bajo comparado con el del fertilizante sintético esto se puede observar a partir de los tres años en adelante.

Tabla 12. Análisis de retorno marginal.

Tratamiento	Costo que varían (C\$/ha)	Costos marginales (C\$/ha)	Beneficios netos (C\$/ha)	Beneficios netos marginales (C\$/ha)	Tasa de retorno marginal	Tasa de retorno marginal (%)
Compost	C\$ 8,182		C\$ 469,767			
Urea 46%	C\$ 9,020	C\$ 838	C\$ 501,554	C\$ 31,787	37.93	3793

#### 4.11 Riego

El agua es la base de la vida en este planeta, por lo tanto, el riego viene a ser una forma de suministrarle aguas a las plantas, en aquellas situaciones donde la lluvia natural, no es suficiente o en donde el periodo seco se prolonga y es necesario suplementar la humedad durante esos meses. Los riegos corrigen la falta de humedad de la tierra y modifican su temperatura. Y no puede determinarse, pues depende del tipo de cultivo y la variedad sembrada, la región en que se encuentra, el terreno, condiciones meteorológicas ya que son los factores que van a determinar el aumento o disminución de los riegos.

En los primeros días del ciclo vegetativo del maíz debe mantenerse la humedad en el suelo hasta la fase de desarrollo. En la fase que no debe de faltar el agua, transcurre desde los 20-50 días que comienza a desarrollarse la planta hasta el chilote.

En el suelo se debe de evitar el encharcamiento en el periodo de floración y la formación de cosecha esto puede reducir los rendimientos en un 50% (Doorenbos y Kassam, 1980).

La cantidad total de agua que es necesario aplicar a un cultivo determinado como el maíz debe ser suficiente para compensar el agua evapotranspirada. Pero además se debe aportar una cantidad de agua adicional para compensar las pérdidas por percolación, por el viento ya que es uno de los factores que perjudica al momento de suministrar el riego y la falta de uniformidad en la instalación de distribución.

Por otra parte, el manejo de agua de riego condiciona la fracción del agua aplicada que es realmente aprovechada por el cultivo (Losada, 1997). La distribución del agua aplicada mediante el riego puede quedar descrita mediante una función de distribución estadística y un coeficiente de uniformidad de Cristianasen (anexo 6 pág. 42).

#### **4.11.1 Riego por aspersión**

El riego por aspersión, adquiere mucha importancia ya que es una técnica de riego a presión mediante el uso de tuberías y aspersores, sistema que mejora la agricultura, de alguna manera contribuye a resolver otros temas afines el riego puede ser móvil o estacionario.

El riego por aspersión es una forma moderna de irrigar el suelo y las plantas ya que tiene una gran ventaja de ser más aceptable que todos los sistemas antiguos de riego, no depende de la configuración del terreno ya que se puede emplear en cualquier condición topográfica, susceptibles a la explotación agrícola y aspecto socio-económico (Dencker, 1966).

El presente trabajo se realizó los cálculos para hacer un buen uso del riego por aspersión la uniformidad en el cultivo por medio del régimen de riego para aplicar el agua que era necesario durante las fases del cultivo.

#### 4.11.2 Régimen de riego

El régimen de riego no es más que un conjunto de elementos tales como las normas totales y parciales de riego y el intervalo de riego los cuales en combinación con los restantes labores agrícolas correspondiente aseguran un alto rendimiento de un determinado cultivo, esta determinado por un grupo de fases que son:

- Precipitación, temperatura, humedad relativa, radiación solar, régimen de los vientos y otros factores climáticos.
- Diferentes especies de cultivos y sus variedades con sus particularidades biológicas.
- Características hidrográficas de los diferentes suelos (Dueñas, 1981).

El régimen de riego de los cultivos agrícolas establece la cantidad de agua que se aplica en cada riego y los intervalos entre aplicaciones sucesivas (anexo 15-18 pág. 50-53). Entonces, tiene la finalidad de establecer el rango de las oscilaciones y el suministro de agua, para alcanzar un rendimiento (Dueñas, 1981) (Tabla 10).

Tabla 13 Régimen de riego establecido para el cultivo del maíz (*Zea mays* L).

Cc: 34.75,  $\Delta H$ : 30-50 cm y Da: 1.02 g/cm<sup>3</sup>

Mes	Dec	W max	W min	Mp	Wi	INGRESOS				Total De Ingreso	EGRESOS			Wf	W cons	W pres
						Lluvias		Riegos			Kc	Ev	Etp			
						Pc	pa	Fechas	Mp							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Abril	III	1063	904	159	705	0	0	22,24,26,	5(159)	1500	0.52	1089	579	921	142	17
								28,30								
Mayo	I	1063	904	159	921	15	15	3,5,7,9	4(159)	1557	0.64	962	614	942	121	38
	II	1063	904	159	958	0	0	11,13,15,	6(159)	1912	0.85	1045	895	1017	46	113
	17,19,20															
III	1772	1506	266	1017	898	898	27,30	2(266)	1549	1.02	880	851	1596	176	90	
Junio	I	1772	1506	266	1596	9	9	2,4,7	3(266)	2394	1.15	652	758	1645	127	139
	II	1772	1506	266	1645	737	737	0	0	1645	1.2	539	664	1718	54	212
							1659	20	3,715	10,557			4361			

Resumen de tabla:

- ❖ Norma total de riego: 3 715 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>
- ❖ Numero de riego: 20
- ❖ Coeficiente de aprovechamiento de la lluvia: 100%.
- ❖ Evapotranspiración total del ciclo: 4 361 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.
- ❖ La norma total de riego aporta el agua para el: 86% de la Evapotranspiración.



### 4.11.3 Coeficiente del cultivo Kc

Se conoce como Kc un coeficiente que depende de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de la planta. El kc varía según el periodo de crecimiento de la planta y del clima determinado.

Depende de la capacidad de la planta de extraer agua del suelo según, su estado de desarrollo vegetativo (Valverde, 2000).

El coeficiente del cultivo no es mas que la relación entre la evapotranspiración de un cultivo, durante una etapa definitiva con la evaporación.

Kc es un coeficiente apropiado para cada etapa de crecimiento, los valores del Kc varían de acuerdo con la región y fecha de siembra, sin embargo las diferencias son pequeñas y existe una relación con los valores aproximados a un valor de referencia uniforme para evapotranspiración de referencia (Eto) (Deras, 2003).

Tabla 14 Coeficiente del cultivo Kc durante el ciclo vegetativo en cada uno de los tratamientos evaluados en el ensayo del maíz (Zea

Tratamientos	MESES					
	ABRIL	MAYO			JUNIO	
	III	I	II	III	I	II
Compost	0.53	0.64	0.85	0.97	1.16	1.23
Bocashi	0.54	0.67	0.81	1.04	1.14	1.18
Biofertilizante	0.55	0.60	0.84	1.02	1.15	1.21
Químico	0.51	0.66	0.81	0.99	1.16	1.19

mays L).

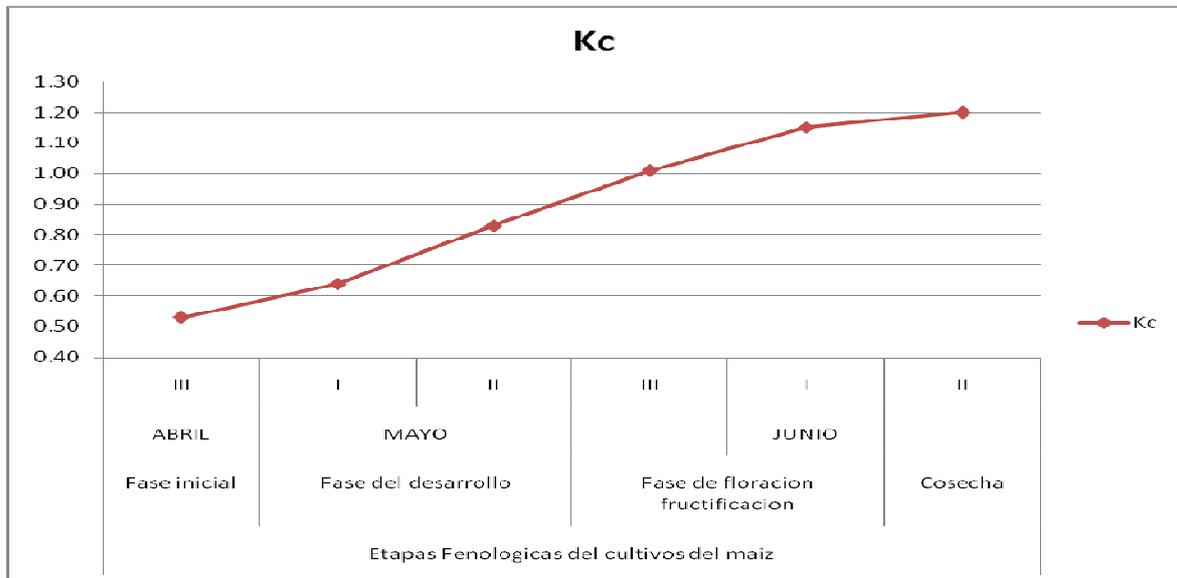
La estimación de los coeficientes del cultivo se logro por medio de la formula antes mencionada;  $Kc = \frac{EVT}{Evp}$ ; existe variación puesto que los valores de cada uno de los Kc de los tratamientos varían.El conocimiento del coeficiente de cultivo contempla determinar las características de desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo.

La curva del Kc representa los cambios de este coeficiente en relación con la longitud de la temporada de crecimiento. Su forma representa los cambios en la vegetación y en la cubierta vegetal durante el desarrollo y la maduración de la planta.

En la Figura 2 se observa la media de los coeficiente del cultivo Kc para todos los tratamientos en el cultivo del maíz, no esta completa por lo que no

se llega a todo el ciclo del cultivo logrando llegar solamente la etapa del chilote no hay valores establecidos para este coeficiente debido a las condiciones climáticas de cada región.

Figura 2 coeficientes del cultivo Kc en las etapas de desarrollo del chilote



Hay algunos aspectos importantes en el coeficiente del cultivo:

- El Kc participa en la determinación de la evapotranspiración por el método del evaporímetro clase A propuesto por la FAO.
- Se puede utilizar como instrumento de planificación y pronosticar el próximo riego.

#### 4.11.4 Coeficiente de rendimiento Ky

El rendimiento de los cultivos es una función que depende de una serie de factores entre ellos: variedades, fertilización, control de plagas, riego, drenaje etc. De todos ellos el agua es uno de los más limitantes y su control es fundamental para el éxito en la producción agrícola (Valverde, 2000).

El Ky es el factor de rendimiento que expresa el efecto del suministro de agua sobre el rendimiento de los cultivos y se determina mediante la relación entre los rendimientos relativos  $(1 - V_r/\gamma_m)$  y la evapotranspiración relativa  $(1 - ET_r/ET_m)$  (Doorenbos y Kassam, 1980).

Una evaluación de los datos experimentales de campos indica una cierta dispersión en los valores de  $K_y$  se debe a las imperfecciones de los experimentos y a las variaciones de clima y suelo.

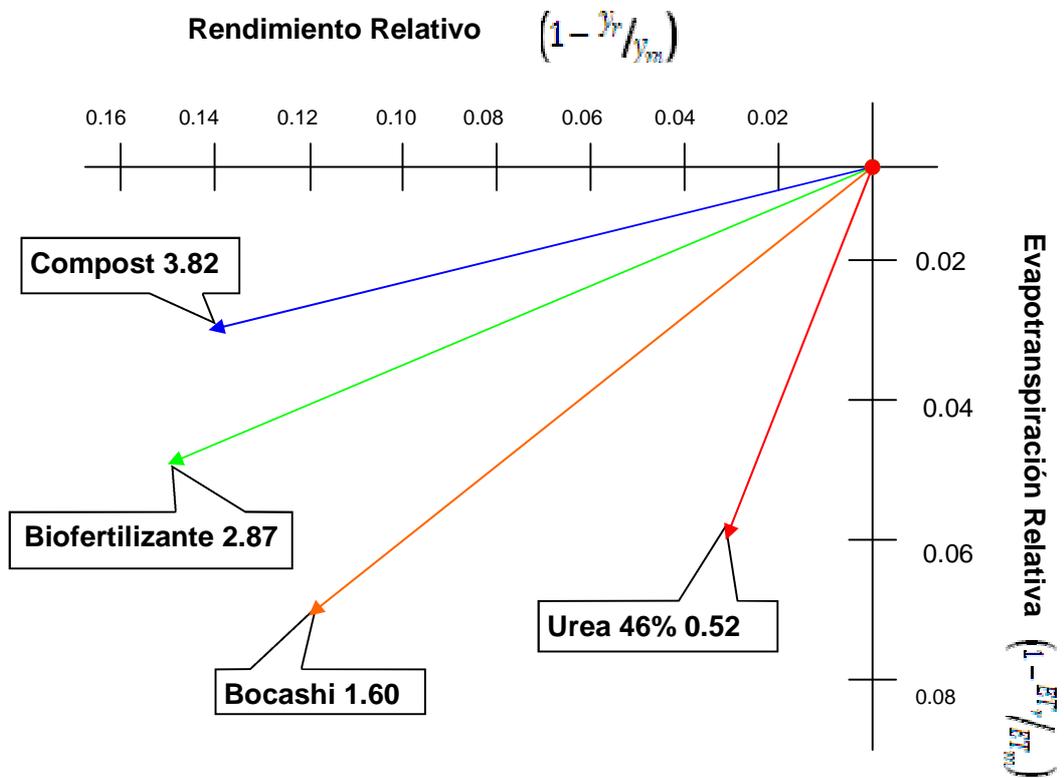
La aplicación del factor del efecto sobre el rendimiento ( $K_y$ ) para la planificación, diseño y operación de los proyectos de riego, permite la cuantificación del agua en términos de rendimiento del cultivo y de producción total para la superficie del proyecto. En condiciones de agua limitada, distribuida por igual durante toda la estación vegetativa, incluyendo cultivos con distintos valores de  $K_y$ , el cultivo con mayor valor de  $K_y$ , sufrirá mayor pérdida de rendimiento que el cultivo con menor valor de  $K_y$ . (Doorenbos y Kassam, 1980)

Teniendo en cuenta lo anterior en nuestro caso el tratamiento de menor pérdida en rendimiento fue el fertilizante mineral (urea 46%) con un valor de 0.52 y el de mayor fue el compost con 3.82, (tabla 15). Aseguramos que estas grandes diferencias no corresponden a una limitación de agua en los tratamientos puesto que la distribución en todo el periodo vegetativo fue distribuida con una uniformidad buena de 77% según Christiansen y bajo un régimen de riego programado (anexo 6,15-18). Más bien corresponde al factor de fertilidad o a la disposición y absorción de nutrientes por la planta.

Tabla 15 Coeficiente de rendimiento  $K_y$  para cada uno de los tratamientos evaluados en la etapa de cosecha del chilote.

Parámetros del Cultivo	Valores máximo	TRATAMIENTOS			
		Sintético	Compost	Bocashi	Biofertilizante
Rendimiento [ $\text{Kg ha}^{-1}$ ]	25099	24100	21260	21870	21250
$\frac{Y_r}{Y_m}$ [%]	100	96.01	84.70	87.13	84.66
EVTP [ $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$ ]	690	642	663	636	654
$\frac{EVTP_r}{EVTP_m}$ [%]	100	93.04	96.08	92.17	94.78
$K_y$	--	0.52	3.82	1.60	2.87

Figura 3 Coeficiente de rendimiento (Ky) para la cosecha en la etapa del chilote.



## V CONCLUSIONES

- Los resultados muestran que la única variable que presentó diferencias significativas fue altura de planta a los 8 días después de siembra con alturas de 5.99 cm cuando el cultivo fue fertilizado con Bocashi.
- Con respecto a las variables de riego, tomando en cuenta las etapas fenológicas del cultivo se le aplicó mayor volumen de agua en la fase de emergencia y crecimiento vegetativo es cuando requiere mayor cantidad de agua, para todos los tratamientos se obtuvo un coeficiente de cultivo uniforme.

- Se determinaron los diámetros establecidos para la exportación del chilote los rangos (1.5 a 2.2cm).
- Los valores encontrados para el coeficiente del cultivo Kc en las diferentes fases son: fase inicial 0.53, para la fase de desarrollo 0.64, y 0.82, para la fase de floración y fructificación 1.00 y 1.15 y en la fase de cosecha 1.20.
- La aplicación del factor del efecto sobre el rendimiento (Ky) permite la cuantificación del agua en términos de rendimiento del cultivo y los valores encontrado son: sintético, 0.52; compost, 3.82; bocashi, 1.60 y biofertilizante, 2.87.
- En base al análisis económico realizado, concluyo que el cultivo de maíz es económicamente viable si se produce con el uso de fertilizantes sintético urea 46% bajo las condiciones climáticas de la unidad productiva Finca las Mercedes.

## **VI RECOMENDACIONES**

- Investigar sobre el uso de abonos orgánicos en las mismas parcelas para ver el comportamiento a través del tiempo.
- Utilizar el biofertilizante como un auxiliar en los abonos orgánicos.
- Usar otros tipos de abonos para ver con que tipos de materiales se obtienen más nutrientes para mejorar el suelo.

- Hacer investigaciones con el cultivo del maíz en chilote para tener conocimiento e información para el agricultor.
- Seguir obteniendo los datos sobre el coeficiente del cultivo Kc en diferentes regiones ya que son de mucha utilidad en el riego para los diferentes cultivos.
- Poner en práctica el coeficiente de rendimiento Ky para seguir analizando y comparando los datos obtenidos por la importancia en el rendimiento.

## VII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**Aparicio, M. F.2004.** Fundamentos de la hidrología de la superficie. Limusa S. A. 177p.

**Arzola P, N; FUNDADORA H, O Y MACHADO A, J 1981.**Suelo, planta y abonado .Editorial Pueblo educación .La Habana Cuba.461p.

**Blessing R, D, M Y Hernández M, G.T 2009.**Comportamiento de variable de crecimiento y rendimiento en maíz (*Zea mays L*) Var Nb-6 bajo practica

de fertilización orgánica y convencional. Tesis UNA – Managua, Nicaragua 28p.

**Cantarero H R J Y Martínez T O A 2002.** Evaluación de tres tipos de fertilizantes (gallinaza, estiércol vacuno y un fertilizante mineral) en el cultivo de maíz (*Zea mays L*) Var Nb-6. Tesis UNA – Managua, Nicaragua 52p.

**Castellanos, RJ. 1980.** La importancia de las condiciones físicas del suelo y su mejoramiento mediante la aplicación de estiércoles. Seminarios. Instituto Técnico Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuario – Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.

**CIMMYT, 1988.** (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, un manual metodológico de evaluación económica México DF. p. 8-38

**Cisne, J.D Y Laguna, R 2004.** Estudio comparativo de la producción orgánica y tradicional de papa (*Solanum tuberosum L*) en Miraflor, Esteli. La Calera. Año 4,

**Dencker. C. H. 1966.** Manual de técnicas agrícolas. Ed, Omega, S.A. Barcelona. 528 p.

**Deras, C. J. 2003.** Guía Técnica; Uso de riegos. Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal (CENTA). San Salvador (El Salvador). p 12-15.

**Doorenbos, J; Kassam, A. 1980.** Efectos del agua sobre rendimiento de los cultivos. Estudios FAO: Riego y Drenaje. Ed., FAO. Roma, Italia. p. 41-213.

**Dueñas G., M. 1981.** El Riego. Ed. El pueblo y Educación. La Habana (Cuba).p. 5 - 33 p.

**Fisher, K; Palmer, F .1984.** Tropical maize the phisiogy of tropical fields crops.Editoral John Wiley & Song Ltda. cap. 460p

**García, L. 2001.** Fertilidad y fertilización de suelo Universidad Nacional Agraria. Managua Nicaragua.141p

**Gliessman, SR. 2002.** Agroecológica procesos ecológicos en agricultura sostenible. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 4 p.

**Hortifruti Empresa empackadora de frutas y hortalizas S.A. 2009.** Dirección de compra y venta.

**Instituto Nicaragüense De Estudios Territoriales. (INETER) 2009.** Dirección de meteorología. Resume de temperatura, humedad relativa, viento evaporación y precipitación diaria. Managua.

**Instituto Nicaragüense De Tecnología Agropecuaria (INTA) 2001** .Programa Nacional de Maíz (*Zea mays L*) proyecto de investigación y desarrollo 11p.

**Jugenheimer, RW.1981.** Maíz variedad mejorada .Métodos de cultivo y producción de semilla .México D.F. Editorial Limusa .841p.

**Losada, A; L. Juana; Martínez, J. 1997.** Comparación entre funciones estimativas de la distribución del agua por goteo. Asociación Española de Riego y Drenajes. 51 p.

**Moreira, I. 1993.** Manual técnico del chilote Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR) Managua – Nicaragua. P. 4-6.

**Olivera, J. 1998.** Guía para formular un plan de manejo agroecológico en un predio. Quito, Ec. CEA (Coordinación Ecuatoriana de Agro ecología). 90 p.

**Pedroza, HP. 1993.** Fundamentos de Experimentación Agrícola. CECO-TROPIC, Managua, Nicaragua. 195 p.

**Restrepo, J. 2001.** Elaboración de abonos orgánicos fermentados y Biofertilizante foliares. Ed. SIMAS. Managua, Nicaragua 153 p.

**Restrepo, R. J. 2007.** Manual práctico: El A, B, C de la agricultura orgánica harina de rocas. Ed. SIMAS. Managua, Nicaragua. p. 19-91.

**Reyes C.P 1990.**El maíz y su cultivo AGT editor .México D.F Tercera edición 460p.

**Robles Sánchez, R 1990.**Producción de granos y forrajes. Quinta edición Editoria Limusa México 600p.

**Salmerón, F; García L 1994.**Fertilidad y fertilización de suelo Universidad Nacional Agraria .Managua Nicaragua.141p.

**Somarriba. R, C.1998.**Texto granos básicos Universidad Nacional Agraria. Managua Nicaragua. p.1-57.

**Suquilanda, M.1999** Agricultura Orgánica. Quito, Ec. Ediciones UPSFUNDAGRO. p.46 – 250.

**Tapia BH. 1983.** Control integrado de la producción de maíz común basado en cero labranzas. G. T. Z. Managua, Nicaragua. p. 189.

**Torres M, C 1993.**Evaluacion de diferente niveles de nitrógenos y densidad sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de Maíz (*Zea mays L*) tesis de Ingeniero Agrónomo UNA- Managua Nicaragua 30p.

**Valverde, JC. 2000.** Riego y Drenaje. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José Costa Rica. p. 69-129.

**Vásquez G.J Y Ruiz .G.O.M 1993.**Influencia de cultivo antecesores y método de control de maleza, crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivo del maíz (*Zea mays L*), *Sorgo (Sorghum bicolor (L), Moench)* y pepino (*Cucumis sativus L*).Tesis .UNA Managua Nicaragua .75p.

**Villanueva, E. 1990.** Los suelos de la finca Las Mercedes y las propiedades más relevantes para planear su uso y manejo. Tesis. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 21 p.

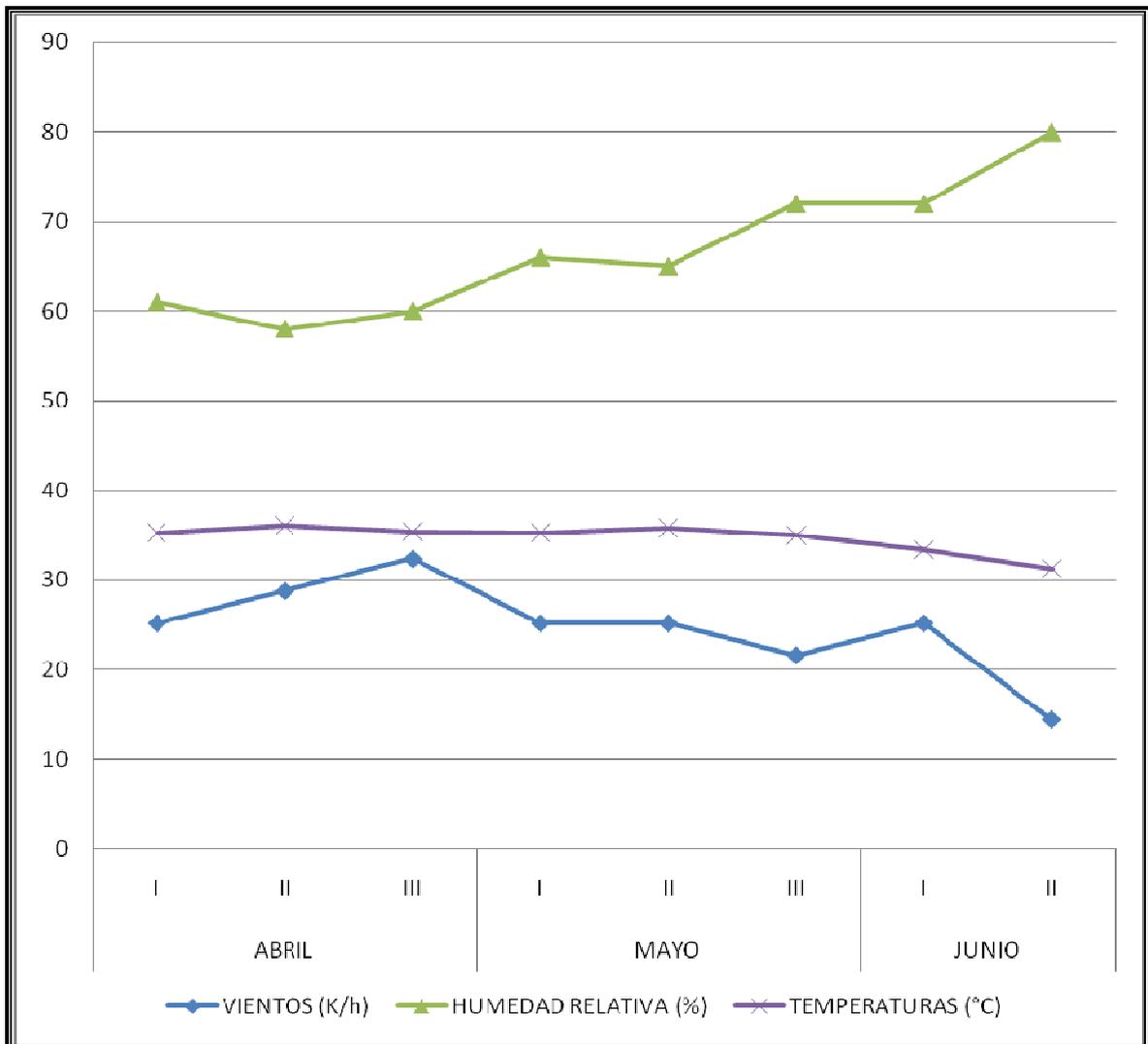
**Yagodin, B. A; Smirnov, J & Burgdki, J. P. 1982.** Agroquímica. Tomo I. Editorial MIR, Moscú. 250 p.

**Zaharan, S, M y Garay J, R.1990.** Efecto de diferente niveles de Nitrógeno, fraccionamiento y niveles de aplicación sobre el crecimiento y el rendimiento del maíz (*Zea mays L*) *Var* NB -6. Tesis Ing. Agro Managua – Nicaragua .UNA 32p

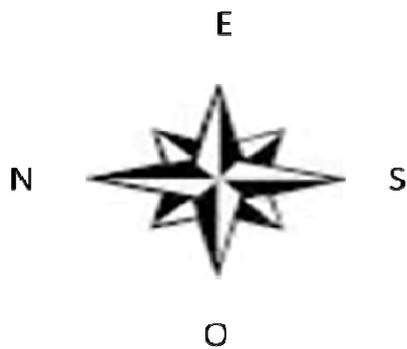
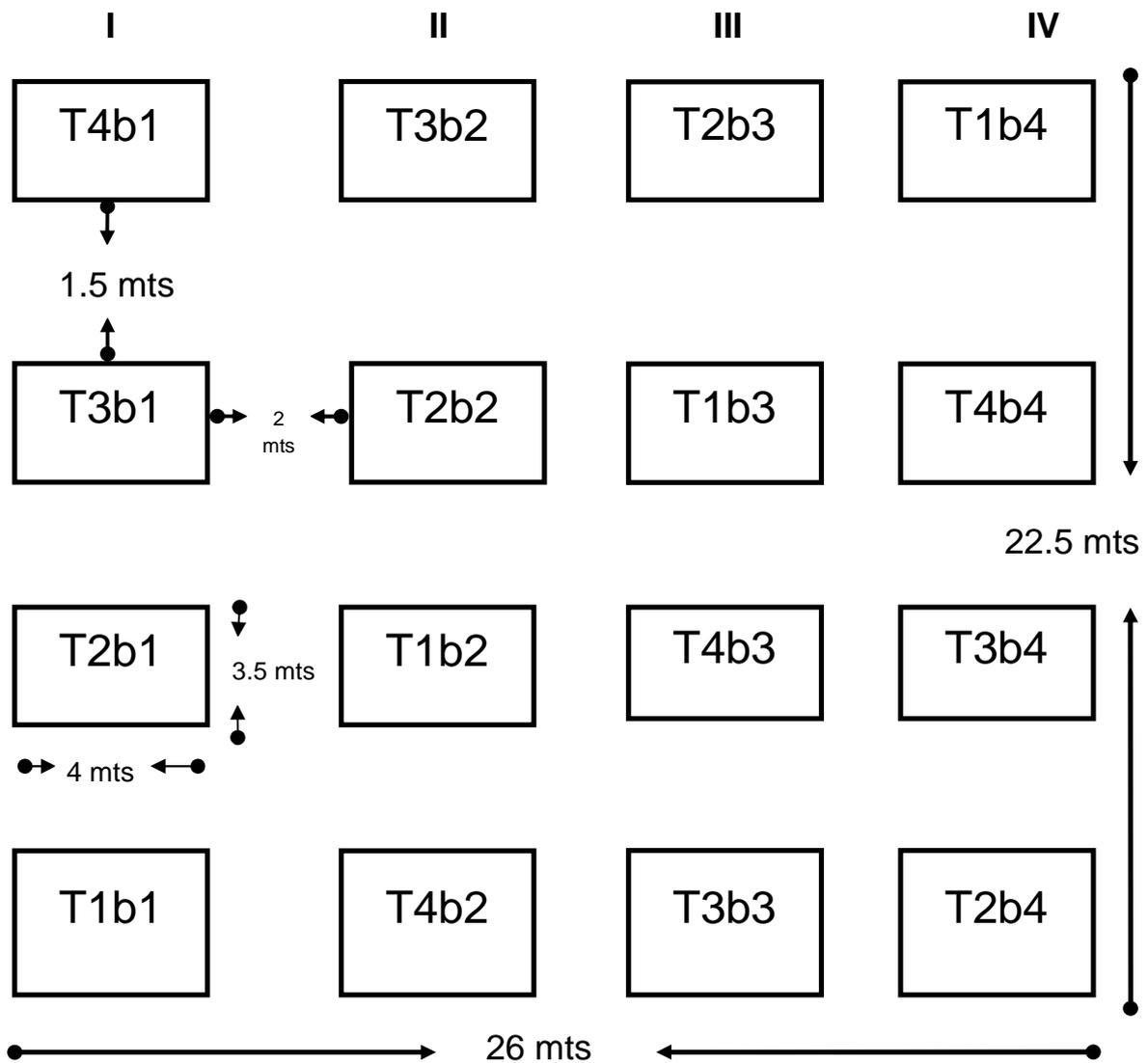
**Visita nicaragua.2008.** Cultivo de maíz en chilote (en línea). Consultado 17 abr. 2010 Disponible en <http://www.visitanicragua.com/gastronomia.php>

# VIII ANEXOS

- A.1. Factores climáticos están representados por decena durante la realización del experimento.



A.2. Diseño experimental a como se estableció en la Hacienda Las Mercedes 2009

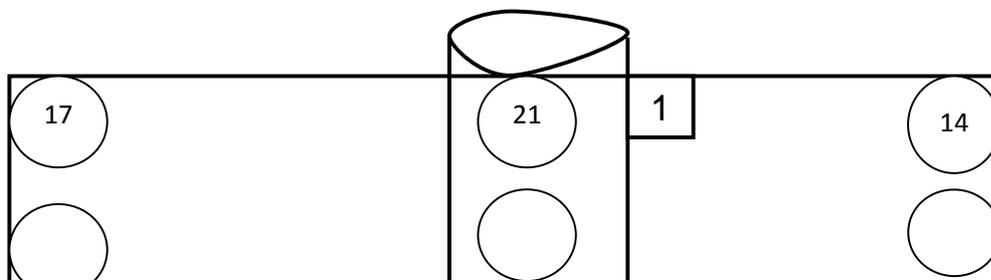


A.3. Cantidad de agua recogida en los pluviómetros (mm).

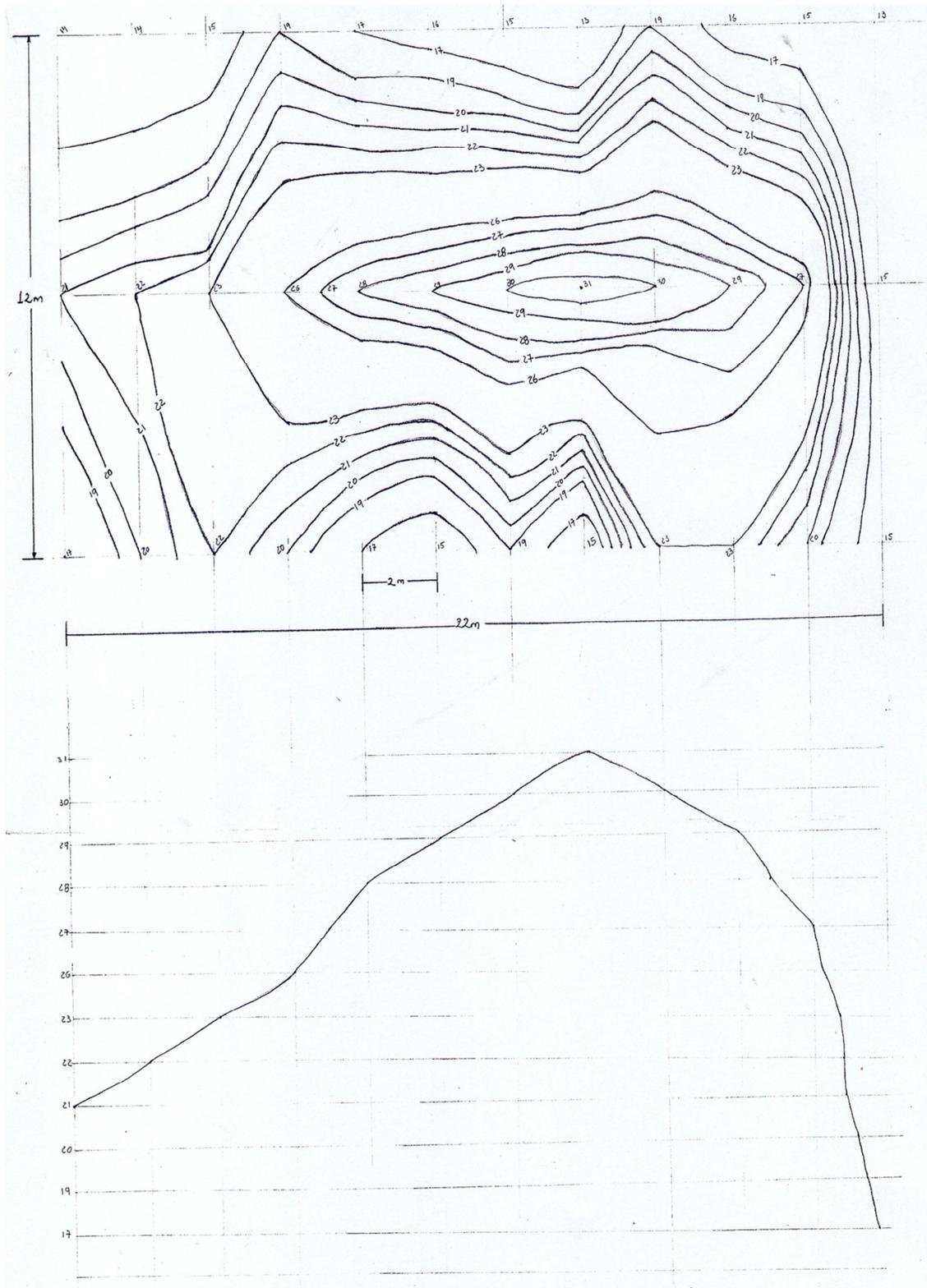
N°	$I_i(mm/2h)$	$I_m$	$ I_i - I_m $
1	17	20.0278	3.0278
2	20	20.0278	0.0278
3	22	20.0278	1.9722
4	20	20.0278	0.0278
5	17	20.0278	3.0278
6	15	20.0278	5.0278
7	19	20.0278	1.0278
8	15	20.0278	5.0278
9	23	20.0278	2.9722
10	23	20.0278	2.9722
11	20	20.0278	0.0278
12	15	20.0278	5.0278
13	15	20.0278	5.0278
14	27	20.0278	6.9722
15	29	20.0278	8.9722
16	30	20.0278	9.9722
17	31	20.0278	10.9722
18	30	20.0278	9.9722
19	29	20.0278	8.9722
20	28	20.0278	7.9722
21	26	20.0278	5.9722
22	23	20.0278	2.9722
23	22	20.0278	1.9722
24	21	20.0278	0.9722
25	14	20.0278	6.0278
26	14	20.0278	6.0278
27	15	20.0278	5.0278
28	19	20.0278	1.0278
29	17	20.0278	3.0278
30	16	20.0278	4.0278
31	15	20.0278	5.0278
32	13	20.0278	7.0278
33	19	20.0278	1.0278
34	16	20.0278	4.0278
35	15	20.0278	5.0278
36	13	20.0278	7.0278
<b>Σ</b>	<b>721</b>		<b>167.2124</b>

A.4. Esquema de la evaluación pluviométrica.

41







A.6. Cálculos de la uniformidad de la lluvia por la Formula de Christiansen

$$I_m = \frac{\sum I_i}{n} = \frac{721}{36} = 20.0278 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$\sum |I_i - I_m| = 167.21$$

$$n \times I_m = 36 \times 20.0278 = 721.0008 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$C_u = 100 \left[ 1 - \frac{\sum |I_i - I_m|}{n I_m} \right], \quad C_u = 100 \left[ 1 - \frac{167.21}{721} \right] = 76.80 \cong 77\% \rightarrow \text{Regular.}$$

A.7. Formula del aspersor y resultados de la aforación de los aspersores.

$$q = 42.83 \text{ h}^{0.71}$$

$$p = 29.86 \text{ psi} \rightarrow 2.019 \text{ lt/s en 5 seg}$$

$$2.019 \rightarrow 5 \text{ seg}$$

$$x \rightarrow 1 \text{ seg}$$

$$x = \frac{2.019 \text{ lt} \times 1 \text{ seg}}{5 \text{ seg}} = 0.4038 \text{ lt} \cdot \text{seg}^{-1}$$

A.8. Calculo de los tiempos de puesta del riego.

$$I_{lluv} = \frac{3600 \times q_a}{A_{humed.}}, \quad I_{lluv} = \frac{3600 \times 3(0.4038 \text{ lt} \cdot \text{seg}^{-1})}{396 \text{ m}^2} = 11 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$$

$$Mp_{b1} = \frac{Mp_{n1}}{Ef} = \frac{15.9}{0.85} = 18.7 \text{ mm},$$

$$Mp_{b2} = \frac{Mp_{n2}}{Ef} = \frac{26.6}{0.85} = 31.29 \text{ mm}$$

$$Tp_1 = \frac{Mp_{b1}}{I_{lluv}} = \frac{18.7 \text{ mm}}{11 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}} = 1.7 \text{ h},$$

$$Tp_2 = \frac{Mp_{b2}}{I_{lluv}} = \frac{26.6 \text{ mm}}{11 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}} = 2.4 \text{ h}$$

A.9. Porcentajes de humedad, reservas iniciales y finales del ciclo del cultivo (ver formulas en las paginas 11-13).

<b>PORCENTAJE DE HUMEDAD</b>						
Tratamiento	III DEC	I DEC	II DEC	III DEC	I DEC	II DEC
compost	23.05	30.10	30.98.	19.95	31.30	32.26
bocashi	23.20	29.90	30.05	20.05	30.10	31.31
biofertilizante	20.56	30.05	32.33	20.78	31.29	32.41
químico	22.70	30.50	31.10	20.84	31.88	32.84

<b>DENSIDAD APARENTE</b>			
	ODW (g)	CV (cm <sup>-3</sup> )	Da (g. cm <sup>-3</sup> )
1	90,6	100	0,91
2	94,4	100	0,94
3	105,2	100	1,05
4	109	100	1,09
5	110,8	100	1,11
6	105,4	100	1,05
7	98	100	0,98
8	100,7	100	1,01
9	105,6	100	1,06
X			1,02

<b>RESERVAS INICIALES</b>						
$W_i = 100 \times \Delta H \times D_a \times \%Hp_{\text{inicio de la decena}} (\Delta H = 0.30 - 0.50m)$						
	$W_i = 100 \times 0.30 \times 1.02 \times \%Hp_i$			$W_i = 100 \times 0.50 \times 1.02 \times \%Hp_i$		
compost	705	921	948	1017	1596	1645
bocashi	710	915	920	1023	1535	1597
biofertilizante	629	920	989	1060	1596	1653
químico	695	933	952	1063	1626	1675

<b>RESERVAS FINALES</b>						
$W_f = 100 \times \Delta H \times D_a \times \%Hp_{\text{final de la decena}} (\Delta H = 0.30 - 0.50m)$						
	$W_f = 100 \times 0.30 \times 1.02 \times \%Hp_{f-dec}$			$W_f = 100 \times 0.50 \times 1.02 \times \%Hp_{f-dec}$		
compost	921	948	1017	1596	1645	1719
bocashi	915	920	1023	1535	1597	1698
biofertilizante	920	989	1060	1596	1653	1736
químico	933	952	1063	1626	1675	1770

A.10 Cálculo de la evaporación y coeficiente del cultivo para el tratamiento compost en cada una de las decenas.

$evpt = W_i - W_f + p_a + N_r M_p$	$K_c = \frac{evtp}{evp}$
<b>III DECENAS DE ABRIL</b>	
$evpt = 705 - 921 + 5(159) = 579m^3ha^{-1}$ $p_c = 0 \rightarrow P_a = 0$	$K_c = \frac{579}{1089} = 0.52$
<b>DECENAS DE MAYO</b>	
$evpt = 921 + 15 + 4(159) - 948 = 624m^3ha^{-1}$ $p_c = 15 \rightarrow P_a = 15m^3ha^{-1} \quad N_r = 4$	$K_c = \frac{624}{962} = 0.64$
$evpt = 948 + 6(159) - 1017 = 885m^3ha^{-1}$ $p_c = 0 \rightarrow P_a = 0m^3ha^{-1} \quad N_r = 6$	$K_c = \frac{885}{1045} = 0.85$
$evpt = 1017 + 898 + 2(266) - 1596 = 851m^3ha^{-1}$ $p_c = 898 \rightarrow P_a = 898m^3ha^{-1} \quad N_r = 2$	$K_c = \frac{851}{880} = 0.97$
<b>DECENAS DE JUNIO</b>	
$evpt = 1596 + 9 + 3(266) - 1645 = 758m^3ha^{-1}$ $p_c = 9 \rightarrow P_a = 9m^3ha^{-1} \quad N_r = 3$	$K_c = \frac{758}{652} = 1.16$
$evpt = 1645 + 737 - 1719 = 663m^3ha^{-1}$ $p_c = 737 \rightarrow P_a = 737m^3ha^{-1} \quad N_r = 0$	$K_c = \frac{663}{539} = 1.23$

A.11 Cálculo de la evaporación y coeficiente del cultivo para el tratamiento bocashi en cada una de las decenas.

$evpt = W_i - W_f + p_a + N_r M_p$	$K_c = \frac{evtp}{evp}$
<b>III DECENAS DE ABRIL</b>	
$evpt = 710 + 0 + 5(159) - 915 = 590m^3ha^{-1}$ $p_c = 0 \rightarrow P_a = 0m^3ha^{-1} \quad N_r = 5$	$K_c = \frac{590}{1089} = 0.54$
<b>DECENAS DE MAYO</b>	
$evpt = 915 + 15 + 4(159) - 920 = 646m^3ha^{-1}$ $p_c = 15 \rightarrow P_a = 15m^3ha^{-1} \quad N_r = 4$	$K_c = \frac{646}{962} = 0.674$
$evpt = 920 + 6(159) - 1023 = 851m^3ha^{-1}$ $p_c = 0 \rightarrow P_a = 0m^3ha^{-1} \quad N_r = 6$	$K_c = \frac{851}{1045} = 0.81$
$evpt = 1023 + 898 + 2(266) - 1535 = 918m^3ha^{-1}$ $p_c = 898 \rightarrow P_a = 898m^3ha^{-1} \quad N_r = 2$	$K_c = \frac{918}{880} = 1.04$
<b>DECENAS DE JUNIO</b>	
$evpt = 1535 + 9 + 3(266) - 1597 = 745m^3ha^{-1}$ $p_c = 9 \rightarrow P_a = 9m^3ha^{-1} \quad N_r = 3$	$K_c = \frac{745}{652} = 1.14$
$evpt = 1597 + 737 - 1698 = 636m^3ha^{-1}$ $p_c = 737 \rightarrow P_a = 737m^3ha^{-1} \quad N_r = 0$	$K_c = \frac{636}{539} = 1.18$

A.12 Cálculo de la evaporación y coeficiente del cultivo para el tratamiento biofertilizante en cada una de las decenas.

$evpt = W_i - W_f + p_a + N_r M_p$	$K_c = \frac{evtp}{evp}$
<b>III DECENAS DE ABRIL</b>	
$evpt = 629 + 0 + 5(159) - 920 = 504m^3ha^{-1}$ $p_c = 0 \rightarrow P_a = 0m^3ha^{-1} \quad N_r = 5$	$K_c = \frac{504}{1089} = 0.55$
<b>DECENAS DE MAYO</b>	
$evpt = 920 + 15 + 4(159) - 989 = 582m^3ha^{-1}$ $p_c = 15 \rightarrow P_a = 15m^3ha^{-1} \quad N_r = 4$	$K_c = \frac{582}{962} = 0.60$
$evpt = 989 + 6(159) - 1060 = 883m^3ha^{-1}$ $p_c = 0 \rightarrow P_a = 0m^3ha^{-1} \quad N_r = 6$	$K_c = \frac{883}{1045} = 0.84$
$evpt = 1060 + 898 + 2(266) - 1596 = 894m^3ha^{-1}$ $p_c = 898 \rightarrow P_a = 898m^3ha^{-1} \quad N_r = 2$	$K_c = \frac{894}{880} = 1.02$
<b>DECENAS DE JUNIO</b>	
$evpt = 1596 + 9 + 3(266) - 1653 = 750m^3ha^{-1}$ $p_c = 9 \rightarrow P_a = 9m^3ha^{-1} \quad N_r = 3$	$K_c = \frac{750}{652} = 1.15$
$evpt = 1653 + 737 - 1736 = 654m^3ha^{-1}$ $p_c = 737 \rightarrow P_a = 737m^3ha^{-1} \quad N_r = 0$	$K_c = \frac{654}{539} = 1.21$

A.13 Cálculo de la evaporación y coeficiente del cultivo para el tratamiento químico urea 46% en dada una de las decenas.

$evpt = W_i - W_f + p_a + N_r M_p$	$K_c = \frac{evtp}{evp}$
<b>III DECENAS DE ABRIL</b>	
$evpt = 659 + 0 + 5(159) - 933 = 557m^3ha^{-1}$ $p_c = 0 \rightarrow P_a = 0m^3ha^{-1} \quad N_r = 5$	$K_c = \frac{557}{1089} = 0.51$
<b>DECENAS DE MAYO</b>	
$evpt = 933 + 15 + 4(159) - 952 = 632m^3ha^{-1}$ $p_c = 15 \rightarrow P_a = 15m^3ha^{-1} \quad N_r = 4$	$K_c = \frac{632}{962} = 0.66$
$evpt = 952 + 6(159) - 1063 = 843m^3ha^{-1}$ $p_c = 0 \rightarrow P_a = 0m^3ha^{-1} \quad N_r = 6$	$K_c = \frac{843}{1045} = 0.81$
$evpt = 1063 + 898 + 2(266) - 1626 = 867m^3ha^{-1}$ $p_c = 898 \rightarrow P_a = 898m^3ha^{-1} \quad N_r = 2$	$K_c = \frac{867}{880} = 0.99$
<b>DECENAS DE JUNIO</b>	
$evpt = 1626 + 9 + 3(266) - 1675 = 758m^3ha^{-1}$ $p_c = 9 \rightarrow P_a = 9m^3ha^{-1} \quad N_r = 3$	$K_c = \frac{758}{652} = 1.16$
$evpt = 1675 + 737 - 1770 = 642m^3ha^{-1}$ $p_c = 737 \rightarrow P_a = 737m^3ha^{-1} \quad N_r = 0$	$K_c = \frac{636}{539} = 1.19$

A.14 Cálculo de la Evapotranspiración potencial por el método de Doorenbos y Pruitt.

$$ETP = (a + b)WRs$$

$$Rs = \left(0.25 + 0.50 \frac{n}{N}\right) Ra$$

Datos:

Temperatura: 32.5°C

Insolación media n: 4.9 h

Vientos diurnos: 7 m/s

Humedad relativa: 80.5%

Latitud: 12°08'36" N=12.14°

Altitud: 56 msnm

Radiación extraterrestre Ra para Junio por la tabla N° 3 (Lat N12°08'36" y mes)

Interpolando obtenemos:

$$2 \left\{ \begin{array}{l} 14^\circ \\ 12.14^\circ \\ 12^\circ \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \longrightarrow 15.7 \\ \longrightarrow X? \\ \longrightarrow 15.5 \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} 0.2 \quad \begin{array}{l} 2 \longrightarrow 0.2 \\ 1.86 \longrightarrow X \end{array}$$

$$X = (1.86 \times 0.2) / 2 = 0.186$$

$$Ra = 15.7 - 0.186 = 15.514$$

$$Ra = 15.514 \text{ mm dia}^{-1}$$

Duración Máxima diaria de insolación N por la tabla N°2

(Lat N12°08'36" y mes)

Interpolando obtenemos:

$$5 \left\{ \begin{array}{l} 15^\circ \\ 12.14^\circ \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \longrightarrow 13 \\ \longrightarrow X? \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} 0.3 \quad \begin{array}{l} 5 \longrightarrow 0.3 \\ 2.86 \longrightarrow X \end{array}$$

50

$$10^\circ \quad \longrightarrow \quad 12.7$$

$$X = (2.86 \times 0.3) | 5 = 0.1716 \quad N = 13 - 0.1716 = 12.83, \quad N = 12.83h$$

*Entonces:*  
 $\longrightarrow$

$$R_s = \left[ \left[ 0.25 + 0.50 \left( \frac{9.75}{12.83} \right) \right] \right] \times R_a$$

$$R_s = \left[ \left[ 0.25 + 0.50 \left( \frac{9.75}{12.83} \right) \right] \right] \times 15.514$$

$$R_s = 9.81 \text{ mm dia}^{-1}$$

Factor de ponderación  $W$  por la tabla N° 1 ( $T=32.5^\circ\text{C}$  y  $\text{Alt} = 56 \text{ m.snm}$ )  
 Interpolando obtenemos:

$$2 \left\{ \begin{array}{l} 34^\circ\text{C} \\ 32.5^\circ\text{C} \\ 32^\circ\text{C} \end{array} \right\} \left. \begin{array}{l} \longrightarrow 0.82 \\ \longrightarrow X? \\ \longrightarrow 0.80 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 1.5 \\ 0.02 \\ 1.5 \end{array}$$

$$2 \longrightarrow 0.02$$

$$1.5 \longrightarrow X$$

$$X = (1.5 \times 0.02) | 2 = 0.015 \quad \rightarrow \quad W = 0.82 - 0.015 = 0.805$$

$$W = 0.805$$

Termino de radiación  $W \times R_s$

$$W \times R_s = 0.805 \times 9.81 = 7.9 \text{ mm/dia}$$

Evapotranspiración potencial ETP, por la figura 1 (Vientos fuertes =  $7 \text{ m s}^{-1}$  y Hr 80.5%)

$$ETP = 6.9 \text{ mm dia}^{-1}$$

$$ETP \text{ en la decena} = 6.9 \text{ mm dia}^{-1} \times 10 \text{ dias} = 69 \text{ mm dec}^{-1}$$

$$ETP \text{ en la decena} = 69 \text{ mm dec}^{-1} \times 10 = 690 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$$

A.15 Cálculo del régimen de riego para el tratamiento del compost en el cultivo maíz.

Cc: 34.75, ΔH: 30-50 cm y Da: 1.02 g/cm<sup>3</sup>

Mes	Dec	W max	W min	Mp	Wi	INGRESOS				Total De Ingreso	EGRESOS			Wf	W cons	W pres
						Lluvias		Riegos			Kc	Ev	Evp			
						Pc	pa	Fechas	Mp							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Abril</b>	<b>III</b>	1063	904	159	705	0	0	22,24,26,28,30	5(159)	1500	0.53	1089	579	921	142	17
<b>Mayo</b>	<b>I</b>	1063	904	159	921	15	15	3,5,7,9	4(159)	1572	0.64	962	624	948	115	44
	<b>II</b>	1063	904	159	948	0	0	11,13,15,17,19,20	6(159)	1902	0.85	1045	895	1017	46	113
	<b>III</b>	1772	1506	266	1017	898	898	27,30	2(266)	2447	0.97	880	851	1596	176	90
<b>Junio</b>	<b>I</b>	1772	1506	266	1596	9	9	2,4,7	3(266)	2403	1.16	652	758	1645	127	139
	<b>II</b>	1772	1506	266	1645	737	737	0	0	2381	1.23	539	663	1719	53	213
							1659	20	3,715	12,206			4360			

Resumen de tabla:

- ❖ Norma total de riego: 3715 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.
- ❖ Numero de riego: 20
- ❖ Coeficiente de aprovechamiento de la lluvia: 100%.
- ❖ Evapotranspiración total del ciclo: 4360 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.
- ❖ La norma total de riego aportó el agua para el: 85% de la Evapotranspiración.

A.16 Cálculo del régimen de riego para el tratamiento del bocashi en el cultivo maíz.

Cc: 34.75,  $\Delta H$ : 30-50 cm y Da: 1.02 g/cm<sup>3</sup>

Mes	Dec	W max	W min	Mp	Wi	INGRESOS				Total De Ingreso	EGRESOS			Wf	W cons	W pres
						Lluvias		Riegos			Kc	Ev	Evp			
						Pc	pa	Fechas	Mp							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Abril	III	1063	904	159	710	0	0	22,24,26,28,30	5(159)	1505	0.54	1089	590	915	148	11
Mayo	I	1063	904	159	915	15	15	3,5,7,9	4(159)	1566	0.67	962	646	920	143	16
	II	1063	904	159	920	0	0	11,13,15,17,19,20	6(159)	1874	0.81	1045	851	1023	40	119
	III	1772	1506	266	1023	898	898	27,30	2(266)	2453	1.04	880	918	1535	237	29
Junio	I	1772	1506	266	1535	9	9	2,4,7	3(266)	2342	1.14	652	745	1597	175	91
	II	1772	1506	266	1597	737	737	0	0	2334	1.18	539	636	1698	74	192
							1659	20	3,715	12074			4386			

Resumen de tabla:

- ❖ Norma total de riego: 3715 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.
- ❖ Numero de riego: 20
- ❖ Coeficiente de aprovechamiento de la lluvia: 100%.
- ❖ Evapotranspiración total del ciclo: 4386 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.
- ❖ La norma total de riego apporto el agua para el: 85% de la Evapotranspiración.

A.17 Cálculo del régimen de riego para el tratamiento del biofertilizante en el cultivo maíz.

Cc: 34.75, ΔH: 30-50 cm y Da: 1.02 g/cm<sup>3</sup>

Mes	Dec	W max	W min	Mp	Wi	INGRESOS				Total De Ingreso	EGRESOS			Wf	W cons	W pres
						Lluvias		Riegos			Kc	Ev	Etp			
						Pc	pa	Fechas	Mp							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Abril</b>	<b>III</b>	1063	904	159	629	0	0	22,24,26,28,30	5(159)	1424	0.55	1089	504	920	143	16
<b>Mayo</b>	<b>I</b>	1063	904	159	920	15	15	3,5,7,9	4(159)	1571	0.6	962	582	989	74	85
	<b>II</b>	1063	904	159	989	0	0	11,13,15,17,19,20	6(159)	1943	0.84	1045	883	1060	3	156
	<b>III</b>	1772	1506	266	1060	898	898	27,30	2(266)	2490	1.02	880	894	1596	176	90
<b>Junio</b>	<b>I</b>	1772	1506	266	1596	9	9	2,4,7	3(266)	2403	1.15	652	750	1653	119	147
	<b>II</b>	1772	1506	266	1653	737	737	0	0	2390	1.21	539	654	1736	36	230
							1659	20	3,715	12,221			4267			

Resumen de tabla:

- ❖ Norma total de riego: 3715 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> .
- ❖ Numero de riego: 20
- ❖ Coeficiente de aprovechamiento de la lluvia: 100%.
- ❖ Evapotranspiración total del ciclo: 4267 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup> .
- ❖ La norma total de riego aportó el agua para el: 87% de la Evapotranspiración.

A.18 Cálculo del régimen de riego para el tratamiento del químico urea 46% en el cultivo maíz.

Cc: 34.75, ΔH: 30-50 cm y Da: 1.02 g/cm<sup>3</sup>

Mes	Dec	W max	W min	Mp	Wi	INGRESOS				Total De Ingreso	EGRESOS			Wf	W cons	W pres
						Lluvias		Riegos			Kc	Ev	Evpn			
						Pc	pa	Fechas	Mp							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<b>Abril</b>	<b>III</b>	1063	904	159	695	0	0	22,24,26,28,30	5(159)	1490	0.51	1089	557	933	130	29
<b>Mayo</b>	<b>I</b>	1063	904	159	933	15	15	3,5,7,9	4(159)	1584	0.66	962	632	952	111	48
	<b>II</b>	1063	904	159	952	0	0	11,13,15,17,19,20	6(159)	1906	0.81	1045	843	1063	0	159
	<b>III</b>	1772	1506	266	1063	898	898	27,30	2(266)	2493	0.99	880	867	1626	146	120
<b>Junio</b>	<b>I</b>	1772	1506	266	1626	9	9	2,4,7	3(266)	2433	1.16	652	758	1675	97	169
	<b>II</b>	1772	1506	266	1675	737	737	0	0	2412	1.19	539	642	1770	2	264
							1659	20	3,715	12,318			4299			

Resumen de tabla:

- ❖ Norma total de riego: 3715 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.
- ❖ Numero de riego: 20
- ❖ Coeficiente de aprovechamiento de la lluvia: 100%.
- ❖ Evapotranspiración total del ciclo: 4299 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup>.
- ❖ La norma total de riego apporto el agua para el: 86% de la Evapotranspiración.

A.19 Cálculos del Coeficiente de rendimiento del cultivo “Ky” para cada tratamiento en la etapa de cosecha.

$$Ky = \frac{\left(1 - \frac{y_r}{y_m}\right)}{\left(1 - \frac{EVTP_r}{EVTP_m}\right)}$$

$$Ky_{\text{compost}} = \frac{\left(1 - \frac{21.26}{25}\right)}{\left(1 - \frac{663}{690}\right)} = \frac{0.1496}{0.0391} = 3.82$$

$$Ky_{\text{Bocashi}} = \frac{\left(1 - \frac{21.87}{25}\right)}{\left(1 - \frac{636}{690}\right)} = \frac{0.1252}{0.0783} = 1.60$$

$$Ky_{\text{Biofertilizante}} = \frac{\left(1 - \frac{21.25}{25}\right)}{\left(1 - \frac{654}{690}\right)} = \frac{0.15}{0.0522} = 2.87$$

$$Ky_{\text{Quimico}} = \frac{\left(1 - \frac{24.10}{25}\right)}{\left(1 - \frac{642}{690}\right)} = \frac{0.036}{0.0696} = 0.52$$