



Por un desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Determinación de los coeficientes de
cultivo K_c y rendimiento K_y en pipián
(*Cucúrbita Argyrosperma Huber*) En la
Hacienda las Mercedes, Managua. 2011**

AUTORES

Br. Yamin Alberto Herrera Centeno

Br. Erick Medardo Ruiz López

ASESORES

Ing. Msc Emilio Marrero

Ing. Miguel Jerónimo Ríos

Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco

Managua, Nicaragua Mayo 2012



Por un desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AGRÍCOLA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Determinación de los coeficientes de
cultivo K_c y rendimiento K_y en pipián
(*Cucúrbita Argyrosperma Huber*) en la
Hacienda Las Mercedes, Managua. 2011**

AUTORES

Br. Yamin Alberto Herrera Centeno
Br. Erick Medardo Ruiz López

ASESORES

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

Trabajo presentado a la consideración
del honorable tribunal examinador, para
optar al título de Ingeniero Agrícola
Para el Desarrollo Sostenible

Managua, Nicaragua Mayo 2012

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
ÍNDICE DE CUADROS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE ANEXOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	4
III MATERIALES Y METODOS	5
3.1 Ubicación del área experimental	5
3.2 Descripción de la variedad	6
3.3 Diseño metodológico	6
3.4 Manejo agronómico	6
3.5 Preparación del suelo	6
3.6 Siembra	6
3.7 Fertilización	7
3.7.1 Elaboración del Compost	7
3.7.2 Elaboración del Bocashi	8
3.7.3 Preparación del Humus de Lombriz	8
3.8 Control de plagas	8
3.9 Control de malezas	9
3.10 Aporque	9

3.11	Cosecha	9
3.12	Riego	9
3.13	Prueba de infiltración del agua en las parcelas experimentales	10
3.14	Aforo de aspersores	10
3.15	Pluviometría y cantidad de agua recogida	10
3.16	Porcentaje de humedad	11
3.17	Densidad aparente	11
3.18	Reservas de agua iniciales y finales	12
3.19	Evapotranspiración real	12
3.20	Evapotranspiración potencial	12
3.21	Variables de riego	13
3.21.1	Coeficiente de cultivo K_c	13
3.21.2	Coeficiente de rendimiento K_y	13
3.22	Variables agronómicas evaluadas	13
3.22.1	Longitud de la guía principal (m)	14
3.22.2	Numero de guías secundarias	14
3.22.3	Diámetro del fruto (cm)	14
3.22.4	Longitud del fruto (m)	14
3.22.5	Peso del futo (Kg)	14
3.22.6	Número de frutos por planta	14
3.22.7	Rendimiento	14
3.23	Análisis estadístico	14
3.24	Modelo aditivo lineal	15
3.25	Análisis económico	15

IV RESULTADOS Y DISCUSION	16
4.1 El riego	16
4.2 Infiltración del agua a través del suelo	20
4.3 Variables de riego	20
4.3.1 Coeficiente de cultivo Kc	20
4.3.2 Coeficiente de rendimiento Ky	22
4.4 Variables agronómicas	24
4.4.1 Longitud de la guía principal (m)	24
4.4.2 Numero de guías secundarias	23
4.4.3 Numero de frutos por planta	25
4.4.4 Diámetro del fruto (cm)	25
4.4.5 Longitud del fruto (cm)	26
4.4.6 Peso del fruto Kg	26
4.4.7 Rendimiento Kg.ha ⁻¹	26
4.5 Análisis económico	27
4.6 Resumen de los resultados de las variables agronómicas y de riego evaluadas en el ensayo	29
V CONCLUSIONES	36
VI RECOMENDACIONES	37
VII LITERATURA CITADA	38
VIII ANEXOS	40

DEDICATORIA

No es donde aprendemos ni donde lo hacemos, si no como aprendemos a aprender por eso y más, este trabajo de graduación lo dedicamos con mucho amor a;

Nuestros padres por su afecto, consejos e incondicionalidad.

A nuestros profesores facilitadores del pan diario del saber, por su amistad, su paciencia en el salón de clases, porque ellos nos acompañan al camino del saber, nos guían día a día, nos invitan a ver nuestro futuro de la mejor manera, la enseñanza, los valores y la ética, el respeto, todo eso que nos facilitan aprender a aprender-haciendo para incorporarnos tanto exitosa como profesionalmente a la sociedad.

Al Ing. Msc Emilio Marrero García por su apoyo, amistad y su forma de enseñar

Al Ing. Miguel Jerónimo Ríos por su disponibilidad por su legitimidad y profesionalismo.

Al Ing. Arnoldo Rodríguez Polanco por su creatividad y positivismo.

Al Ing. Víctor Manuel Calderón Picado por su apoyo y amistad.

A todos ellos y a nuestros amigos que por uno u otro consejo que nos han brindado, su amistad nos fortalece y nos hacen ver las tareas más fáciles y los días más cortos.

A todas las personas que han hecho y hacen posible que cada día sea un triunfo en nuestras vidas.

AUTORES

Br. Yamin Alberto Herrera Centeno

Br. Erick Medardo Ruiz López

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Análisis de suelo de la Finca Las Mercedes 2010	7
2.	Descripción de los tratamientos	7
3.	Propiedades químicas de los abonos orgánicos.	8
4.	Análisis del agua del pozo. Finca las Mercedes 2010	10
5.	Régimen de riego en proyecto para el cultivo del pipián 2011	18
6.	Régimen de riego en explotación para el cultivo del pipián 2011	19
7.	Análisis de varianza para longitud de la guía principal	24
8.	Análisis de varianza para el numero de guías secundarias	25
9.	Análisis de varianza del efecto de diferentes tratamientos sobre las características de rendimiento en el cultivo del pipián	27
10.	Presupuesto parcial sobre el rendimiento del pipián con los tratamientos evaluados	28
11.	Análisis de dominancia para cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo de pipián	28
12.	Análisis de retorno marginal	28
13.	Resultados de las variables evaluadas	32

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación del área experimental. Finca Las Mercedes 2011	5
2.	Curva de infiltración del agua a través del suelo	20
3.	Coeficiente de cultivo del pipián en sus diferentes fases durante su ciclo vegetativo	22
4.	Coeficiente de rendimiento del pipián en los tratamientos evaluados	23
5.	Curva de beneficios netos sobre los tratamientos evaluados	29

INDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Características meteorológicas Finca las Mercedes 2009	40
2.	Plano de campo	41
3.	Fotos de preparación del suelo Hacienda las Mercedes. Managua 2011	41
4.	Fotos de elaboración de abonos Hacienda las Mercedes. Managua 2011	42
5.	Fotos de control de plagas Hacienda las Mercedes. Managua 2011	42
6.	Fotos de control de malezas Hacienda las Mercedes. Managua 2011	42
7.	Fotos de cosecha Hacienda las Mercedes. Managua 2011	43
8.	Foto de la aplicación del riego Hacienda las Mercedes. Managua 2011	44
9.	Fotos de prueba de infiltración Hacienda las Mercedes. Managua 2011	44
10.	Dosificación de los tratamientos	45
11.	Determinación de pluviometría y cantidad de agua recogida	47
12.	Determinación del porcentaje de humedad (método gravimétrico)	48
13.	Determinación de reservas de aguas iniciales y finales	48
14.	Determinación de la evapotranspiración real (método gravimétrico)	48
15.	Determinación de la evapotranspiración potencial (método de Doorenbos y Pruitt.1976)	48
16.	Determinación del coeficiente de cultivo	50
17.	Determinación del coeficiente de rendimiento	50
18.	Cálculos para el régimen de riego en explotación	50
19.	Velocidad de infiltración	53

RESUMEN

El trabajo de investigación se estableció entre los meses de enero a octubre 2011, en la finca las Mercedes. Ubicada en Managua km 11 carretera norte, 900 m entrada al CARNIC en las coordenadas $12^{\circ}10'14''$ a $12^{\circ}08'05''$ de latitud Norte y $86^{\circ}10'22''$ a $86^{\circ}09'44''$ longitud Oeste, a una altura de 56 msnm, con temperatura promedio de 32.7°C y una precipitación media anual de 1400-1500 mm, presenta una humedad relativa del 72% y la velocidad máxima de los vientos de 7 m/s, el propósito del ensayo fue la Determinación de los coeficientes de cultivo K_c y rendimiento K_y en pipián (*Cucúrbita argyrosperma* Huber) en la Hacienda las Mercedes 2011. Las dosis utilizadas se aplicaron de acuerdo a los requerimientos de nutrientes del cultivo y el contenido presente en el suelo y los abonos, se aplicaron las dosis de $1,323.75\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Compost, $558\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Bocashi y $384.87\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de Humus de lombriz. El diseño consistió en un Bloque completo al azar (BCA), con tres tratamientos y cuatro replicas. Los resultados obtenidos muestran que las variables que presentaron diferencias significativas fueron longitud de la guía principal, el peso del fruto y el rendimiento, encontrando longitudes de la guía principal a los 40 días después de la siembra de 8.25m cuando el cultivo fue abonado con Compost, un peso del fruto de 0.22 kg abonado con Humus de lombriz y un rendimiento de $4543.25\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ en el abonando con Humus de lombriz. En el último muestreo para el crecimiento del cultivo, los mayores valores cuantitativos para las medias de los tratamientos evaluados fueron; número de guías secundarias (13.25 en Compost), numero de frutos por planta (7.5 en Humus de lombriz), diámetro del fruto (6.7cm en Bocashi), longitud del fruto (12.9cm en Humus de Lombriz). Con respecto a las variables de riego tomando en cuenta las etapas fenológicas del cultivo se le aplicó mayor volumen de agua en las dos primeras decenas del mes de mayo con una norma de $822\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$ seguido de la tercera decena de julio con una norma de $330\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, durante el resto del ciclo no se aplicó riego por el ascenso en la presencia de las precipitaciones caídas, estas solo se registraron , se registro la mayor precipitación en la primera decena del mes de junio con $1090\text{ m}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, para todos los tratamientos se obtuvo un coeficiente de cultivo y coeficiente de rendimiento decenal para cada una de las etapas fenológicas del mismo.

ABSTRACT

The work investigation settled down between the months of January to October 2011, in the property the Graces. Located in Managua km 11 north highway, 900 m CARNIC entered in the coordinates 12°10'14" to 12°08'05" of North latitude and 86°10'22" to 86°09'44" longitude West, to a height of 56 msnm, with temperature average of 32°C and a half annual precipitation 1400-1500 mm, it present a relative humidity of the 72% and the maximum winds speed of the 7 m/ s, the purpose of the rehearsal was the Determination of the coefficients of Kc cultivation and Ky in pipian humility (*argyrosperma Huber Cucúrbita*) in the Mercedes Finance 2011. The dose used did they be calculated according to the nutrients requirements of the cultivation and the content present in the floor and the organic payments, did they be applied the dose of 1,323.75 kg/ha of Compost, 558kg/ha of Bocashi and 384.87 kg/ha do it be supposed to Humus de lombriz. The design consisted of a random complete Block (RCB), with three treatments and four replies. The dimension of the parcels was from 6x6 with 1m of separation between parcels and blocks. The results obtained do they show that were the variables that presented significant differences longitude of the main guide, the peso of the fruit and the humility, finding longitudes of the main guide to the 40 days after the seed of 8.25m when did the cultivation be paid with Compost, a peso of the fruit of 0.22 [kg] paid with Humus de Lombriz and a humility of 4543.25kg/ ha doing in the pay with Humus de Lombriz. In the last muestreo for the growth of the cultivation, the adults quantitative values for the stockings of the evaluated treatments were; number of secondary guides (13.25 in Compost), do I number of fruits for plant (7.5 Humus de Lombriz), diameter of the fruit (6.7cm in Bocashi), longitude of the fruit (12.9cm in Humus de Lombriz).With regard to the variables of watering considering the stages phonologic of the cultivation did apply to you old volume of water in the first two dozens the month of May with a norm of 822 m³/ha followed by the third dozen July with a norm of 330 m³/ha, I during the rest of the cycle am not applied watering for the ascent in the presence of the fallen precipitations, did these alone register, do I register the old precipitation in the first dozen the month of June with 1090 m³/ha it for all the treatments was obtained a coefficient of cultivation and coefficient of humility dozen for each one of the phonologic stages o same.

INTRODUCCIÓN

El pipián (*Cucúrbita argyrosperma Huber*), pertenece a la familia de las cucurbitáceas, originario de Mesoamérica, es una planta rastrera con exigencias en manejo de fertilización, malezas, plagas y enfermedades. En nuestro país tiene una creciente demanda como producto fresco para consumo, también se le califica como un fruto nutritivo por tener un alto contenido de fibra, calcio y fosforo. Las semillas del fruto maduro son procesadas y almacenadas por separado. (INTA, 2009).

En Nicaragua se cultivan las variedades criollas que presentan crecimiento rastrero y trepador ayudado por sus zarcillos, poseen flores masculinas y femeninas separadas en la misma planta, a veces presentan flores hermafroditas Son de polinización cruzada de planta a planta y/o polinizadas por abejas e insectos. (INTA, 2009).

Sus frutos pueden ser ovalados, alargados, elípticos o redondos y pueden ser de colores blancos con franjas de color verde alrededor del fruto o solo blancos puros, según sea la variedad que se está plantando. Las semillas son de color blancas (INTA, 2009).

Se adapta a temperaturas de 18 °C a 32 °C. En cuanto a suelo, prefiere los suelos drenados que sean francos a franco-arcillosos. Para la época seca se selecciona las zonas más bajas del área de siembra, suelto o ligeramente pesada que guarden humedad, con alta capilaridad, además que no hayan presentado problemas de hongos en cualquier cultivo de cucurbitáceas, en los últimos años producidos (Laguna y Cruz, 2006).

El éxito del cultivo depende de la fecha de siembra, por ejemplo los meses más productivos están en la época seca y es cuando menos se siembra, y por lo general durante la época de lluvia es cuando mayormente se cultiva, principalmente en la zona pacifico central. Es un fruto húmedo y demanda bastante agua, inclusive más que la sandía, se encuentra constituido de un (80-85%) de agua, por lo tanto se le tiene que garantizar el riego con una precipitación media entre los 600 ml distribuidos en 6 meses que dura la época de seca en nuestro país.

En la época lluviosa, por lo general se siembra en asocio con el maíz, en los meses de mayo a junio para la primera y de postrera en los meses de agosto y septiembre. En la época seca,

como cultivo único, (monocultivo), he aquí el papel del riego del cual se dispondrá para su siembra (dispondremos del riego por aspersión), siendo los meses de febrero a abril.

A la fecha la enfermedad que mas ataca al cultivo es el cenizo (*Erysiphe spp*), con el que pierde la capacidad fotosintética, hecho que debilita la planta y la mata. Aunque también es afectado por virus transmitidos por la mosca blanca (INTA, .2009).

Para medir el agua perdida por la evapotranspiración antes y después del primer riego comprendido en la decena, nos auxiliaremos del evaporímetro clase A, y como una alternativa el evaporímetro piche. De esta manera obtener la ETR de cada riego y luego determinar su Kc (Marrero, 2006).

Al aplicar riego se corrige la falta de humedad del suelo y se modifica su temperatura. No puede precisarse el número de riegos, pues depende del tipo de cultivo y la variedad sembrada, la región en la que se encuentra, la topografía del terreno, propiedades edáficas y condiciones meteorológicas ya que son los factores que van a determinar el aumento o disminución de los números de riego, en los primeros días de su ciclo vegetativo solo se debe mantener la humedad en el suelo, para favorecer su desarrollo, en el período crítico es cuando no debe faltar el agua, siendo en este período cuando el fruto empieza a desarrollarse, en el suelo debe evitarse el encharcamiento, ya que esto puede ocasionar la reducción de hasta un 50% en el rendimiento (Doorenbos, 1980).

La cantidad de agua para aplicar a un cultivo, como el pipián, debe ser suficiente para amortiguar las cantidades perdidas por la evapotranspiración, (este perjudica al momento de la aplicación del riego), uniformidad en la instalación de la red de distribución (Borrego, 2002).

El régimen de riego de los cultivos agrícolas establece el volumen de agua que se aplica en cada riego, y los intervalos entre aplicaciones sucesivas. Entonces, tiene finalidad de establecer el rango de las oscilaciones y el suministro de agua, para alcanzar un rendimiento dado (Dueñas, 1981).

Los problemas que limitan la producción del pipián son; la identificación de variedades que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de las zonas productoras, reproducción de material de siembra, manejo de enfermedades e insectos, así como la problemática de comercialización de este producto. El 100% de la cosecha es consumida en el mercado nacional dada la falta de uniformidad en las características finales del fruto (Laguna y Cruz, 2006).

Entre las ventajas que se obtienen con el uso de abonos orgánicos están; se diversifica los microorganismos y se generan suelos en equilibrio, favoreciendo la formación de agregados estables con la que mejora la permeabilidad de estos, se aumenta la fuerza de cohesión en suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos, se mejora la retención de humedad del suelo y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial.

Dentro de los problemas que limitan la baja del rendimiento del cultivo de pipián, se pueden mencionar entre otros: la variedad utilizada, el control de plagas y enfermedades, condiciones ambientales, suelo, manejo del cultivo, densidad de siembra no óptima, la nutrición mineral y el control de malezas. Estos mismos, si carecen de una tecnología no adecuada, son una limitante en el rendimiento (Gonzales, 2000).

Al realizar este estudio en el cultivo del pipián se pretende generar información sobre el riego por aspersión y el uso de abonos orgánicos en dicho cultivo, todo esto encaminado a hacer más eficiente la producción del mismo (*Cucúrbita argyrosperma* Huber) en Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinación de los coeficientes de cultivo y rendimiento del pipián aplicando tres tipos de abonos orgánicos y su norma de riego.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el coeficiente del cultivo K_c , y rendimiento K_y en períodos decenales para todo el ciclo vegetativo en el cultivo del pipián bajo tres tipos de abonos orgánicos aplicando la misma lámina de riego.
- Comparar el efecto de aplicación de tres tipos de abonos orgánicos sobre las variables de crecimiento y rendimiento.
- Comparar la rentabilidad entre los tratamientos evaluados.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del área experimental

El estudio se estableció el 1 de Marzo del 2011 en el área experimental, las Mercedes propiedad de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en la ciudad de Managua km 11 carretera Norte, entrada al CARNIC 900 m 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.

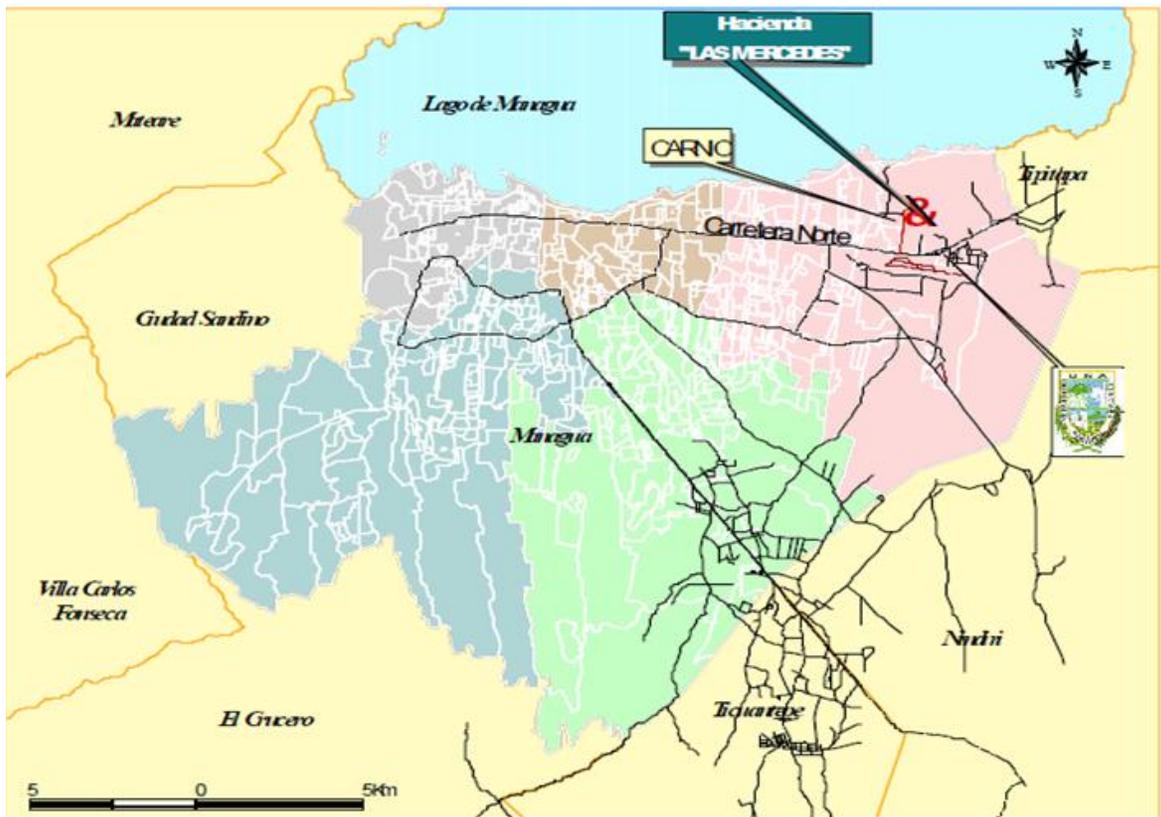


Figura 1. Ubicación del área experimental. Finca Las Mercedes

Fuente INETER 2011.

La temperatura media es de 32.7 °C, con una precipitación de 1400-1450 mm anuales, humedad relativa de 72% y una velocidad máxima del viento de 7 m/s (Anexo 1).

La zonificación ecológica (según Holdridge) es del tipo bosque tropical seco, el suelo es profundo con una textura del tipo Franco-arcilloso, ligeramente ácido, con pH de 6.5 con un

3.8 % de contenido de materia orgánica, según USDA/SCSI SOILTAXONOMY, 1992 este suelo se clasifica como típico Handosol, serie Nindirí (Villanueva, 1990).

Las precipitaciones varían entre los 200 y 700 mm en la parte norte y 800 mm en la parte sur. (INETER 2011).

3.2 Descripción de la variedad

Se utilizó una variedad criolla, la cual es resistente a las plagas y enfermedades, presenta flores masculinas, femeninas y algunas hermafroditas, separadas en la misma planta. Su polinización es cruzada y por insectos.

Es una planta de hoja grande con manchas blancas. Su fruto es alargado, elíptico o redondo, estas son algunas de las características propias de cada variedad.

3.3 Diseño metodológico

El experimento consistió en un diseño de bloques completamente al azar (BCA) unifactorial, con cuatro repeticiones y tres tratamientos, siendo el único factor en estudio la fertilización. La dimensión de las Parcelas fue de 36m² con 1m de separación entre parcelas y bloques. El área de la parcela útil cosechada de 4m² (Anexo 2).

3.4 Manejo agronómico

Las labores realizadas fueron aplicadas de igual manera a todas las unidades experimentales de tal forma que la única diferencia entre parcelas fueron los diferentes tratamientos evaluados.

3.5 Preparación del suelo

Se realizó de forma manual realizando chapodas y homogenización de tierra con azadones, este proceso se llevo a cabo entre el 23 al 26 de abril del 2011 (Anexo 3).

3.6 Siembra

La germinación de la plántula se garantizó en bolsa de polietileno, la siembra se efectuó manualmente el 1 de Mayo del 2011, depositando dos semillas en cada bolsa, para asegurar ocho plantas por parcela útil, después de cuatro días se procedió al trasplante, con una distancia entre surco de 1.5m, obteniendo un 99.99% de germinación, se suministro el riego

por aspersión portátil de acuerdo a las necesidades hídricas del mismo, tomando en cuenta las precipitaciones caídas durante el ensayo.

Se realizó un análisis de suelo, permitiéndonos conocer la cantidad de nutrientes existentes al momento del ensayo.

Cuadro 1. Análisis de suelo. Finca Las Mercedes 2010

<u>PH</u>	<u>M.O</u>	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>Da</u>	<u>Cc%</u>	<u>Prof. de muestreo (cm)</u>
	%		Ppm		meq/100g		g/cm ³		
6.8	3.8	0.18	11.5	4.17	27.4	9.24	1.02	36	20

Fuente. LABSA.UNA

3.7 Fertilización

Las dosis de fertilización se calcularon en base al análisis de suelo y las necesidades del cultivo (Anexo 10), se efectuaron dos aplicaciones, la primera el 1 de mayo, (una semana antes del trasplante), con el fin de favorecer el desarrollo vegetativo en las primeras etapas del cultivo, y la segunda al momento del aporque, (20 al 25 de mayo). (Kass, 1996.)

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos evaluados en el ensayo del pipián 2011

<u>Tratamientos</u>	<u>Dosificación Kg.ha⁻¹</u>
Compost	1,323.75
Bocashi	558
L. humus	384.87

Fuente. LABSA.UNA

3.7.1 Elaboración del compost

El compost se elaboró tres meses antes de la siembra, (se realizó la abonera utilizando materiales como; estiércol de ganado, material vegetal, verde, seco, tierra y agua) se limpió el área donde se preparó el abono, posteriormente fue picado y humedecido el material vegetal para agregarlos a la abonera, se le agregó estiércol y luego se le añadió una cantidad de tierra para completar la primera capa. Este proceso se repitió hasta llegar a la cuarta y última capa, se le colocó un escape o respiradero para que hubiese presencia de aire en la abonera y por último concluyó tapándolo con plástico negro, después de dos meses cuando este ya se

encontraba homogéneo se tamizo y luego se estableció la dosis correspondiente para ser aplicado.

3.7.2 Elaboración del Bocashi

El Bocashi se realizó 2 meses antes de la siembra, se elaboró una abonera utilizando los siguientes materiales: carbón molido, leche, melaza, tierra cascarilla de arroz y maleza seca y verde. A una capa de tierra, se le añadió agua para humedecer, (ésta se aplicó a cada capa), se le agregó maleza picada, cascarilla de arroz, carbón, leche y material verde y seco, este proceso fue repetitivo hasta llegar a la tercera y última capa; luego se procedió a mezclar todo, para finalizar con la prueba de humedad con el puño verificando sino había sobre humedecimiento, para terminar fue tapado con plástico negro para asegurar la temperatura del proceso de descomposición y la acción de los microorganismos. Fue necesario remover y voltear diariamente por la mañana y la tarde por 7 días hasta que bajó la temperatura para ser colado, el proceso duro 30 días (Anexo 4.)

3.7.3 Preparación del Humus de lombriz

Una vez que se haya cosechado las lombrices, el Humus de lombriz se extendió sobre la superficie de un plástico o piso y se dejó que la humedad baje hasta un 40%, posteriormente se tamizó de modo que solo pasará las partículas más finas. Una vez tamizado el humus, se establecieron las dosis por tratamiento.

Cuadro 3. Propiedades químicas de los abonos orgánicos

Fertilizantes	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn	Zn
	%	Ppm	Meq/100g			Ppm			
Compost	0,59	0,17	0,66	0,19	0,28	7,035	1,9	1,125	4
Bocashi	1,4	0,71	1,14	0,39	0,37	3,895	1,35	7,45	2,5
L. Humus	2,03	0,81	3,7	0,12	1,66	2,05	1,39	8,14	2,98

Fuente. LABSA.UNA

3.8 Control de plagas

Del 17 al 20 de mayo se realizó el manejo fitosanitario, (preventivos, de origen orgánicos) durante el período crítico del cultivo, aplicando una mezcla de zorrillo, cebolla, y chile, con

dosis de 1litro por bombada de 20 Lt, el 10 de junio se aplicó biofertilizante como refrescante a razón de 500 ml por bombada de 20 Lt. La aplicación de un producto sintético para el control de plagas depende de la acción efectiva de un control preventivo, el 14 de junio se realizó el control químico aplicando un producto sintético, Cypermetrina 25 cc por bombada, de 20 Lt para controlar Bemisia tabaci (mosca blanca), Aphis Gossypii (pulgones) y Diaphania Hyalinata (barrenador del fruto) (Anexo 5).

3.9 Control de malezas

Se realizó en tres momentos durante el ciclo vegetativo del cultivo, el primero a los 17 días después de la siembra (17 de mayo), el segundo el 20 y 26 de mayo, de forma manual usando azadones, y machete (Anexo 6).

3.10 Aporque

Esta actividad se llevó a cabo a los 20 días después de la siembra, (20 de mayo del 2011) haciendo uso de azadones.

3.11 Cosecha

La cosecha se efectuó cada 2 días a los 42 días después de la siembra (12 de junio del 2011), hasta completar los 90 días del ciclo del cultivo, cosechando los dos surcos correspondientes a cada parcela útil (Anexo 7).

3.12 Riego

El riego es una de las partes fundamentales en este cultivo, se estima que es necesario aplicar de 1300 a 1600 mm en un período de seis meses, (INTA, Gob.2009).

De tal forma, las labores realizadas fueron aplicadas de igual manera a todas las unidades experimentales; la primera labor realizada antes de suministrar agua a través de este sistema de riego fue un análisis de agua la que dio como resultado un C3-S1, representando el S1 a aguas con bajo contenido de sodio y el C3, aguas salinas.(Anexo 8).

La producción no fue afectada ya que la norma de riego aplicada solo representa el 9% del total de los ingresos, es decir el 91% de los ingresos corresponden a las precipitaciones caídas correspondientes al periodo. El hecho de no tener afectaciones que redujeran la producción a

causa de salinidad se debe a que la cantidad de agua aplicada fue relativamente baja como para que los rendimientos se vieran afectados, además de ser mayor el porcentaje del agua proveniente de las precipitaciones, esta a su vez jugó un papel importante en el lavado de las sales aplicadas con el riego vía aspersión.

Cuadro 4. Análisis del agua del pozo. Finca las Mercedes 2010

CE μS/cm	Aniones				Cationes				Suma RAS	clacif según USDA	
	HCO3	C1	SO4	Suma	Ca	Mg	Na	K			
867	4.24	1.24	0.84	8.96	1.79	0.98	0.65	0.24	3.66	0.55	C3-s1

Fuente. LABSA.UNA

3.13 Prueba de infiltración del agua en las parcelas experimentales

Esta actividad se realizó el 20 de abril del 2011 en el área experimental antes de establecer el ensayo. La prueba consistió en la selección de un lugar limpio y característico del área en estudio para ubicar el cilindro de manera vertical. El cilindro exterior presentaba un diámetro de 53cm y el interior de 28cm con una altura de 25cm quedando en la superficie 15cm, se utilizó una regla y un cronometro para medir el nivel y el tiempo de infiltración. Los datos obtenidos fueron procesados en el programa estadístico Curvefit versión 2.10, del cual se obtiene una igualdad con los valores de sus variables para luego aplicar la derivada a la ecuación y calcular la velocidad de infiltración (Anexo 9).

3.14 Aforo de aspersores

El aforo de aspersores se efectuó el 28 de abril del 2011 antes de la siembra con la ayuda de baldes, manguera, probetas, cronómetro y un manómetro para medir presión de los aspersores. Los datos del aspersor utilizado en el ensayo son; modelo 4023, senninger doble boquillas $\left(\frac{3}{16}'' \times \frac{3}{32}''\right)$, presión de 29 PSI, gasto de 6.81Gpm, con un radio de alcance de 12m.

3.15 Pluviometría y cantidad de agua recogida

Esta actividad se efectuó dentro del área total irrigada por el equipo de riego, el 29 de abril del 2011, colocándose los recipientes que sirvieron de pluviómetro espaciados en el campo cada 1m x 1.5m a lo largo del lateral. Se recogió agua de los aspersores durante 3 horas, luego se

midió el volumen de precipitación de cada recipiente en una probeta (I_i), llegándose a obtener de esta manera el coeficiente de uniformidad del lateral del riego utilizando la fórmula de Christiansen. Las lecturas de los volúmenes de agua en milímetro recolectadas en los pluviómetros (Instituto de meteorología, 1976) (Anexo 11).

$$Cu = 100 \frac{1 - I_i - I_m}{nI_m}$$

Donde:

Cu: Coeficiente de uniformidad expresado en %

I_i : Intensidad medida en cada pluviómetro, en $mm. h^{-1}$

I_m : Intensidad media de todas las observaciones, $mm.h^{-1}$

n : Cantidad de observaciones

3.16 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 12).

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

Donde:

Psht: peso de suelo húmedo del tarrito %Hp: es el porcentaje de humedad

Psst: peso del suelo seco del tarrito Pss: peso del suelo seco

3.17 Densidad aparente

Se extrajo una muestra de suelo sin alterar a una profundidad de 20cm, con un cilindro, siguiendo una distribución espacial en la toma de muestra de forma triangular, en dirección de la pendiente si hubiere heterogeneidad del suelo, para determinar su densidad aparente por medio de un análisis de laboratorio en el LABSA-UNA.

3.18 Reservas de agua iniciales y finales

Una vez obtenido el porcentaje de humedad se procedió a calcular las reservas de aguas iniciales y finales (Anexo 13).

Se calcularon por medio de las siguientes fórmulas:

$$Wi = 100 \times \Delta H \times Da \times Hp_i$$

$$Wf = 100 \times \Delta H \times Da \times Hp_f$$

Donde:

Wi: es la reserva inicial

Wf: reserva final

ΔH : variación capa activa

Da: densidad aparente

Hp_i : humedad presente al inicio de la decena

Hp_f : humedad presente al final de la decena.

3.19 Evapotranspiración real

La evapotranspiración se calculó cada 10 días por medio de la fórmula 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 2011) (Anexo 14).

Formula de la reserva:

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

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

Donde:

Pa: es la precipitación aprovechable (m^3/ha)

Nr: números de riego

Mp: norma de riego (m^3/ha)

Evtp: Evapotranspiración

3.20 Evapotranspiración potencial

Se calculó para la última decena del cultivo por el método de Doorenbos. Anexo 15.

$$ETP = a + b WRs \quad R_s = 0.25 + 0.50 \frac{n}{N} Ra$$

Donde:

Ra: Radiación extraterrestre WRs: Término de radiación

N: Duración máxima diaria de insolación ETP: Evapotranspiración potencial

n: Insolación media

Rs: Radiación solar

3.21 Variables de riego

Desde la etapa inicial del cultivo se evaluaron las variables de riego, (coeficiente de cultivo y coeficiente de rendimiento). Y las variables agronómicas de crecimiento, (longitud de la guía principal, número de guías secundarias), variables del fruto (longitud, peso, diámetro y números de frutos).

3.21.1 Coeficiente del cultivo “Kc”

Se calculó para cada decena del cultivo por medio de la formula $K_c = E_{vtp}/E_{vp}$ (Anexo 16).

3.21.2 Coeficiente de rendimiento del cultivo “Ky”

Este se calculó al final de la cosecha. (Anexo 17).

$$1 - \frac{Y_r}{Y_m} = K_y \left(1 - \frac{E_{VTP_r}}{E_{VTP_m}} \right)$$

Despejando “Ky”,

$$K_y = \frac{1 - \frac{Y_r}{Y_m}}{1 - \frac{E_{VTP_r}}{E_{VTP_m}}}$$

Donde:

Yr: Rendimiento real de la cosecha

Ym: Rendimiento máximo

EVTPm: Evapotranspiración máxima

EVTPr: Evapotranspiración real

3.22.1 Longitud de la guía principal

Se midió la guía principales desde el cuello de la raíz hasta el meristemo apical de la guía principal en metros.

3.22.2 Número de guías secundarias

Para determinar esta variable se realizó el conteo del número de guías secundarias a partir de los 25 días después de la siembra.

3.22.3 Diámetro del fruto

La medición se tomó en cm en las partes más ancha con la ayuda de un vernier o pie de rey.

3.22.4 Longitud del fruto

Se midió en cm midiendo desde el ápice del fruto hasta la inserción del pedúnculo del fruto.

3.22.5 Peso del fruto

El peso del fruto se determinó en Kg, pesando cada una de las unidades colectadas por planta en una balanza digital.

3.22.6 Numero de frutos por planta

El conteo de los números de frutos se realizó a cada momento de cosechar, contando los números de frutos de las plantas evaluadas de la parcela útil.

3.22.7 Rendimiento

Una vez determinado el peso promedio del fruto se procedió hacer una relación por área y es expresado en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$

3.23 Análisis estadístico

El análisis de los datos se efectuó utilizando el, Software Estadístico INFOTAB versión 2008. 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)(CIMMYT 1988).

3.24 Modelo aditivo lineal

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

Y_{ij} = j – èsimo observación del i – èsimo tratamiento

M = Es la media poblacional

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

β_j = Efecto del j -èsimo bloque

ε_{ij} = Efecto aleatorio de variación

Donde;

t: 1,2,3 tratamientos

j: 1,2,3,4 bloques

Una vez realizado el análisis de varianza (ANDEVA), se procedió a comparar las medias de las variables obtenidas en los distintos tratamientos, basándose en los procedimientos de las diferencias mínimas significativas (DMS).

3.25 Análisis económico

Este proceso es muy importante, facilita una idea de la fiabilidad de las ganancias que se pudieren obtener a la hora de establecer un cultivo, este así mismo incluye un presupuesto parcial, método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos, así como un análisis de dominancia y la tasa de retorno marginal, la cual nos dice que porcentaje obtenemos al realizar una determinada inversión sobre un cultivo, como lo es en este caso el cultivo del pipián

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 El riego

El régimen de riego de los cultivos agrícolas establece las cantidades de agua que se aplica en cada riego y los intervalos entre aplicaciones sucesivas y tiempos de riego. Entonces, tiene la finalidad de establecer el rango de las oscilaciones y el suministro de agua, para alcanzar un rendimiento dado (Dueñas, 1981).

Los riegos corrigen la falta de humedad de la tierra y modifican su temperatura. No puede precisarse el número de riegos aconsejable, pues depende de la variedad sembrada, zona de cultivo, terreno, condiciones meteorológicas y sistemas de cultivos, que en definitiva, son los factores que van a determinar el aumento o disminución de los riegos. (Anexo 18).

La cantidad total de agua que es necesario aplicar a un cultivo como lo es el pipián debe ser suficiente para compensar el agua evapotranspirada, se debe aportar una cantidad de agua adicional para compensar las pérdidas debido a la variabilidad en la uniformidad en la distribución del gasto entregado por el emisor (Borrego, 2002).

El cuadro 5 presenta los resultados del régimen de riego en proyecto y muestra los volúmenes de agua, los número de riego en relación a los ingresos y los egresos sirviendo como base para el régimen de riego en explotación o establecido, el cuadro 6 presenta los resultados del régimen de explotación mostrando una gran diferencia al de proyecto en lo que se refiere a los números de riegos, en el de proyecto se presentan 24 riegos durante el ciclo del cultivo lo que apporto un 74% de la evapotranspiración del cultivo mientras que el de explotación presenta 8 riegos y esta apporto un 14% de la evapotranspiración, estas diferencias son el resultados del cambio de las condiciones meteorológicas.

En el período crítico del cultivo del pipián no debe faltar el suministro de agua, este transcurre desde que comienza a desarrollarse los frutos hasta su maduración

En este periodo puede durar uno o dos días, suele regarse varias veces. Los períodos de desarrollo de las guías, floración y el de formación de la cosecha son los de mayor sensibilidad y requieren adecuados volúmenes de agua sin sobre saturación.

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 Christiansen.

Cuadro 5. Régimen de riego en proyecto para el cultivo del pipián 2011

mes	dec	Wmax	Wmin	Mp	Wi	pc	pa	fechas	mp	ingresos	kb	ev	Evtp	Wf	Wcons	Wpresente
mayo	I	916,725	779	137,5	825,053	15	15	1-2-3-4-5-6-8-9	6(110)	1610,05	0,8	957,5	766	844,05	72,6725	64,83625
	II	916,725	779	137,5	844,053	0	0	10,11,12,13,14,	9(110)	1834,05	1	1006	1006	828,05	88,6725	48,83625
	III	1100,07	935	165	828,053	910	910	22	1(165)	1903,05	1,09	880,73	960	943,05	157,018	7,993
junio	I	1100,07	935	165	943,053	9	9	2,4,6,8	4(165)	1612,05	0,97	649,48	630	982,05	118,018	46,993
	II	1100,07	935	165	982,053	186	186			1168,05	0,8	252,5	202	966,05	134,018	30,993
	III	1100,07	935	165	966,053	50	50	24,27	1(165)	1181,05	0,96	197,92	190	991,05	109,018	55,993
julio	I	1100,07	935	165	991,053	0	0	5	1(165)	1156,05	0,97	154,64	150	1006,1	94,0175	70,993
	II	1100,07	935	165	1006,05	30	30	12	1(165)	1201,05	0,86	232,56	200	1001,1	99,0175	65,993
	III	1100,07	935	165	1001,05	60	60	26	1(165)	1226,05	0,8	168,75	135	1091,1	9,0175	155,993

Resumen:

Norma total de riego: 3135m³.ha⁻¹

Numero de riegos: 24

Coefficiente de aprovechamiento de la lluvia: 95%

Evapotranspiración total del ciclo: 4253 m³.ha⁻¹

La norma total de riego apporto el agua para el 74% de la Evtp

Donde:

Wmax: reserva máxima de agua

Pa: precipitaciones aprovechadas

Wcons: reservas consumida

Wmin: reservas mínimas

Mp: norma de riego

W presente: reservas de agua presente

Wi: reservas iniciales

Kb: coeficiente de cultivo

Evtp: evapotranspiración

Pc: precipitaciones caídas

Ev: evaporación

Wf: reservas finales

Cuadro 6. Régimen de riego en explotación para el cultivo del pipián 2011

mes	dec	Wmax	Wmin	Mp	Wi	pc	pa	fechas	mp	ingresos	kb	ev	Evtp	Wf	Wcons	Wpresente
mayo	I	916,7	779	137,5	825	0	0	123	3(137)	1236,1	0,61	695	425,9	810,2	106,53	31,193
	II	916,7	779	137,5	810	610	610			934,81	0,78	780	610	810,2	106,53	31,193
	III	1100	935	165	810	683	683			1493,2	0,88	625	553,1	940,1	159,93	5,136
junio	I	1100	935	165	940	374	374			1154,2	0,89	415	369,4	944,7	155,34	9,73
	II	1100	935	165	945	469	469			1345,4	0,91	509	464,4	949,3	150,79	14,284
	III	1100	935	165	949	790	790	23-25	2(165)	1706,5	0,97	730	705,6	1001	99,141	65,929
julio	I	1100	935	165	1001	590	590			1590,7	0,96	590	566,1	1025	75,431	89,639
	II	1100	935	165	1025	730	730			1754,8	0,92	730	675,1	1080	20,321	144,749
	III	1100	935	165	1080	695	695			1774,7	0,87	775	678,1	1097	3,41	161,66

Resumen:

Norma total de riego: 741 m³.ha⁻¹

Numero de riegos: 5

Coefficiente de aprovechamiento de la lluvia: 95%

Evapotranspiración total del ciclo: 5047.64 m³.ha⁻¹

La norma total de riego apporto el agua para el 14% de la Evtp

Donde:

Wmax: reserva máxima de agua

Pa: precipitaciones aprovechadas

Wcons: reservas consumida

Wmin: reservas mínimas

Mp: norma de riego

W presente: reservas de agua presente

Wi: reservas iniciales

Kb: coeficiente de cultivo

Evtp: evapotranspiración

Pc: precipitaciones caídas

Ev: evaporación

Wf: reservas finales

4.2 Infiltración del agua a través del suelo

La infiltración es un proceso por el cual el agua penetra por la superficie y llega hasta sus capas interiores, en el cual muchos factores del suelo afectan el control de la infiltración, así como el movimiento del agua dentro del mismo y su distribución durante y después de la infiltración. (Vélez, 2002).

El comportamiento de la infiltración con respecto al tiempo se observó que al inicio la prueba fue rápida, y a mayor tiempo disminuye la infiltración encontrando rangos con mayor frecuencia en los 30 y 60 minutos (Anexo 19).

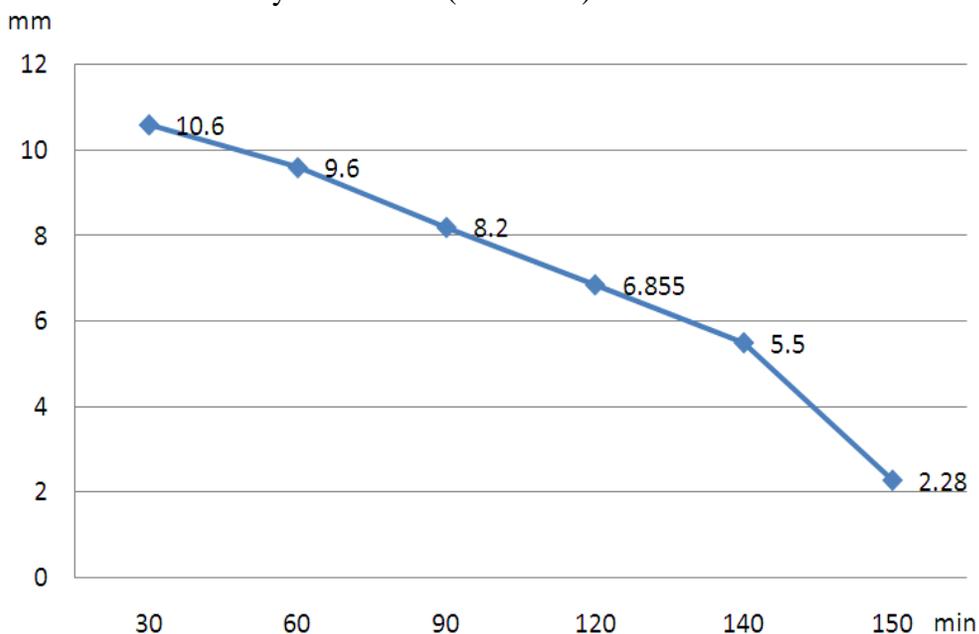


Figura 2. Curva de infiltración del agua a través del suelo.

4.3 Variables de riego

4.3.1 Coeficiente de cultivo

Se conoce como coeficiente del cultivo “Kc ó Kb” a un valor dependiente de las características anatómicas, morfológicas y fisiológicas de la planta así como de la región y fecha de siembra. El Kc varía según el período 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 más que la relación entre la evapotranspiración de un cultivo, para cada etapa de crecimiento durante una etapa definida con la evaporación

$$K_c = \frac{E_{vtp}}{E_{vp}}$$

El K_c se logró clasificar de acuerdo a las características del cultivo reflejadas en el campo de la forma siguiente;

➤ **Fase inicial o emergencia**

Esta se prolongó desde la germinación hasta el crecimiento inicial, con una cobertura superficial muy escasa I y II decena de mayo.

➤ **Fase de desarrollo (crecimiento vegetativo)**

Se caracterizó por ser el estado máximo de crecimiento hasta alcanzar un 80% de cobertura superficial. II y III decena de mayo.

➤ **Fase de floración y fructificación**

Inició desde el final de la anterior fase hasta alcanzar la plena cubrición del suelo y el comienzo de la maduración del fruto, logrando obtener el valor más alto de coeficiente de cultivo I y II decena de junio.

➤ **Fase final y/o cosecha**

Transcurrió desde el final de la fase anterior hasta lograr el desarrollo óptimo del fruto para ser cosechado. II decena de junio hasta completar el ciclo vegetativo del cultivo.

El conocimiento del coeficiente de cultivo contempla determinar las características de desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo. Se trata de las fechas de siembra, de plantación, floración y fecundación de la flor, de madures fisiológica del embrión de la semilla, de inicio y termino de la cosecha y del último riego de pos cosecha.

La curva del coeficiente del cultivo representa los cambios en el coeficiente del cultivo sobre 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 mediante la relación evapotranspiración y evaporación (Marrero, 2006).

Claramente se puede observar al final de la segunda decena del mes de mayo y continuando a la segunda decena de junio y parte de la siguiente, la decreción en la curva, esta fase o etapa se debe a que el cultivo esta en el periodo de floración y a la vez fructificación en algunas plantas, aquí es cuando el cultivo absorbe la mayor cantidad de nutrientes necesarios para la formación del fruto, de la solución del suelo, obteniendo las mayores evapotranspiraciones y por tanto los mayores valores de coeficiente de cultivo.

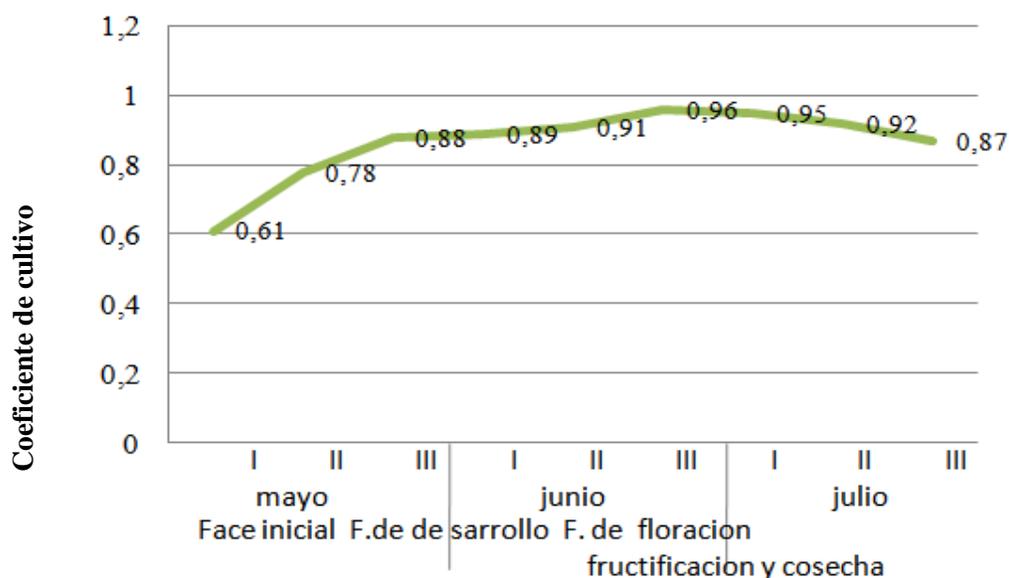


Figura 3 Coeficiente de cultivo del piñón en sus diferentes fases durante su ciclo

4.3.2 Coeficiente de rendimiento

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 K_y 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 $1 - \frac{Y_r}{Y_m}$ y la evapotranspiración relativa $1 - \frac{ET_r}{ET_m}$

La aplicación del factor 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 que el cultivo con mayor valor de K_y sufrirá mayor pérdida, en nuestro caso el tratamiento de mayor rendimiento fue el Humus de lombriz con un coeficiente de 1.725 y el de menor coeficiente fue el del bocashi con 2.27, aseguramos que estas diferencias no corresponden a una limitación de agua en los tratamientos puesto que la distribución del agua en todo el periodo vegetativo fue distribuida con una uniformidad buena del 84% según Christiansen y bajo un régimen de riego programado, si bien este corresponde al factor de fertilidad o a la disposición y absorción de nutrientes por la planta.

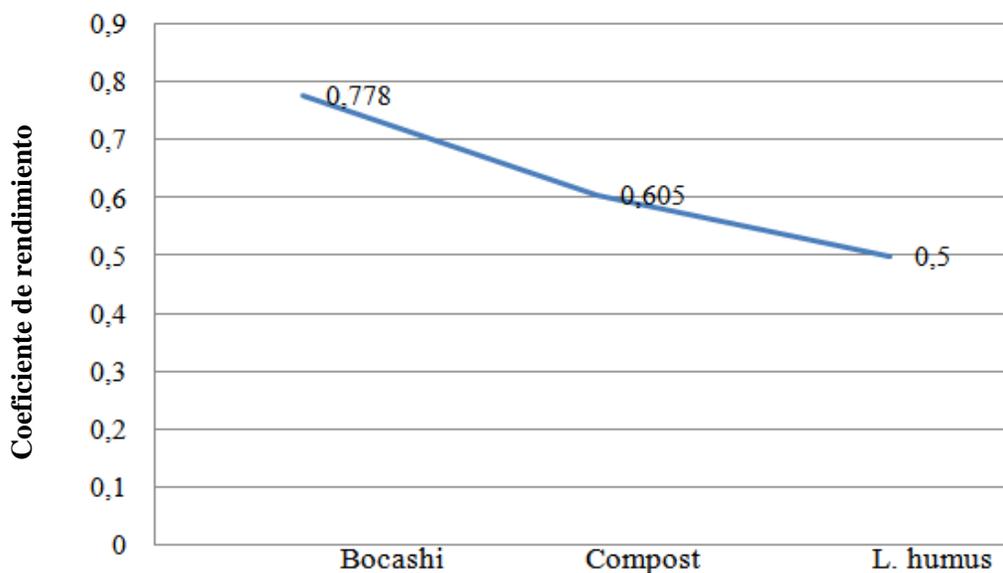


Figura 4 Coeficiente de rendimiento del pipian en los tratamientos evaluados

4.4 Variables agronómicas

4.4.1 Longitud de la guía principal

Esta variable es de suma importancia, ya que en dependencia de la longitud de la guía principal se incrementarían los rendimientos de la planta, ya que al tener una mayor longitud va presentando mayor cantidad de flores y así incrementar la producción (Cisneros, 2000).

La longitud del tallo o guía es una variable que nos permite medir el crecimiento del cultivo, esta puede verse afectada por la acción conjunta de cuatro factores ambientales: luz, calor, humedad y nutrientes (Calero, 2008).

En el ANDEVA del cuadro 7, se puede apreciar que la prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con un α 5% indica que el conjunto de tratamientos comparados en cuatro fechas respectivamente presentan diferencias significativas y se pueden separar en dos categorías estadísticas en primer lugar la aplicación de Humus de lombriz (8.25cm de longitud), el que mayor efecto tuvo para esta variable, seguido del Bocashi con 7.93cm de longitud.

En esta etapa fenológica de desarrollo, el pipián está en su pleno estado de absorción de nutrientes, por tanto estas diferencias se deben a que los tratamientos tienen diferentes grados de solubilidad, es decir no se encuentran disponibles para ser extraído radicalmente en un mismo período.

Cuadro 7 Análisis de varianza para longitud de la guía principal en pipián. Finca las Mercedes. Primera 2011.

tratamiento/dds	20	25	30	35	40	45
Compost	1.53a	2.95a	3.45a	6.15a	8.03a	8.25a
Bocashi	1.03a	3.23ab	3.25a	6.15a	7.53a	7.55ab
L. Humus	1.93c	3.4b	4.1b	4.98b	6.2b	7.93b
CV	10,18	4,21	4,54	2,07	3,76	2,76
p- valor	0,0005	0,009	0,0008	0	0,0002	0,011

$\alpha= 0.05$

4.4.2 Numero de guías secundarias

La prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con un α 5% indica que los tratamientos evaluados en seis fechas durante la etapa de crecimiento, no presentan diferencias

significativas en cuanto a capacidad de generar mayor número de guías secundarias, sin embargo se puede apreciar que se obtuvo mayor número de guías secundarias a los 35 días después de la siembra con la aplicación de Humus de lombriz (11.25 número de guías secundarias), y Bocashi con valores medios de 10.75, a los 45 días después de la siembra el Humus de lombriz continuo presentando los mayores valores con 13.25 números de guías secundarias.

Cuadro 8 Análisis de varianza para el número de guías secundarias en pipián. Finca las Mercedes. Primera. 2011.

tratamiento/dds	20	25	30	35	40	45
Compost	3,25	6,5	8,25	10	11,25	13,25
Bocashi	3	5,75	7,25	9,5	10,25	12
L. Humus	2,75	5	7,25	9,75	10,75	12,75
CV	22,91	19,44	21,53	13,8	11,6	9,58
p- valor	0,614	0,244	0,63	0,87	0,559	0,399

$\alpha= 0.05$

4.4.3 Número de frutos por planta (NF)

El número de frutos cosechadas/ha tiene una relación directamente proporcional con el número de plantas cosechadas, e inversamente proporcional con el tamaño del fruto. El tamaño y peso de la fruta se afecta al variar el número de plantas/hoyo y número de frutas/planta (Meléndez, Huerta 2010).

La prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con un α 5% indica que el conjunto de tratamientos comparados no presentan diferencias significativas, siendo la aplicación de Humus de lombriz el que mayor número de frutos por planta obtuvo con una media de 7.5, seguido de el Compost con 6.75 número de frutos y por último el Bocashi con medias de 5.25.

4.4.4 Diámetro del fruto (DF)

La prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con un α 5% indica que el conjunto de tratamientos comparados no presentan diferencias significativas para la variable diámetro del fruto, sin embargo se puede observar que el mayor diámetro se obtuvo con la aplicación de

Humus de lombriz con medias de 7.5 cm de diámetro, seguido del Compost con 6.75 cm de diámetro.

4.4.5 Longitud del fruto (LF)

La prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con un α 5% indica que el conjunto de tratamientos comparados no presentan diferencias significativas, sin embargo los tratamientos que presentan mayores longitudes del fruto son el Humus de lombriz con medias de 12.9 m y el Compost con 12.85 m.

4.4.6 Peso del fruto (PF)

La prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con un α 5% indica que el conjunto de tratamientos comparados presentan diferencias significativas y pueden separarse en dos categorías estadísticas, en primer lugar el tratamiento que obtuvo el mayor peso de fruto fue el Humus de lombriz con medias de 0.23 kg/fruto, seguido del Compost con 0.22 kg/fruto y en segundo lugar el Bocashi con medias de 0.18 kg/fruto, coincidiendo con los resultados obtenidos Calero 2008, con un peso promedio del fruto de 0.23 kg/fruto en dosis similares.

Es necesario mencionar que el retraso en lo que a disponibilidad de nutrientes se refiere afecta de manera indirecta a la producción, puede ser que el peso del fruto sea afectado aunque sean mayores los números de frutos con respecto a otro tratamiento, cuando en dos tratamientos tenemos diferentes numero de frutos y se registran mayores pesos en los que menos frutos presenta, significativamente esto significa que existió una tardía disponibilidad-extracción de los nutrientes necesarios en ese preciso momento de la formación del fruto.

4.4.7 Rendimiento kg ha^{-1}

El rendimiento es la variable principal en un cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existente al potencial genético de la variedad, este a su vez depende de factores biológicos, ambientales y del manejo agronómico que se le dé al cultivo, factores que se relacionan e interactúan entre sí sobre los resultados en la producción (Flores y Gadea 2001).

La prueba de rangos múltiples de Tukey realizada con un α 5% indica que el conjunto de tratamientos comparados presentan diferencias significativas, y se pueden separar en dos

categorías estadísticas, en primer lugar el tratamiento Humus de lombriz junto con el compost con rendimientos de 4543.25 kg.ha-1 y 4342.555 kg.ha-1 respectivamente y por último el Bocashi con el rendimiento más bajo de 3984.139 kg/ha. Estos son similares a los de Calero 2008 que obtuvo el mayor rendimiento con el tratamiento compost con 3958 kg/ha y 3720kg/ha Con el Humus de .lombriz

El Humus de lombriz presenta alta solubilidad con respecto a los otros tratamientos, esto lo hace eficiente para que los nutrientes que aporta estén disponibles en cualquier momento necesario para que la planta pueda absorberlo.

Cuadro 9. Efecto de diferentes tratamientos sobre las características de rendimiento en el cultivo del pipián. Finca las Mercedes. Primera 2011

Tratamiento	NF	DF	LF	PF	Rend Kg.ha⁻¹
Bocashi	5.25	5.68	12.45	0.18	3984.139
Compost	6.75	5.98	12.85	0.22	4342.555
L. Humus	7.5	6.78	12.9	0.23	4543.25
CV	18.67	8.35	5.56	10.32	15.26
p- valor	0.0954	0.054	0.638	0.0267	0.045

$\alpha = 0.05$

NF: numero de frutos. DF: diámetro del fruto. LF: longitud del fruto. PF: peso del fruto.

4.5 Análisis económico

El análisis económico de los resultados obtenidos en los ensayos en fincas, permiten formular recomendaciones para los agricultores, el planteamiento de recomendaciones deben ajustarse a los objetivos y las circunstancias del agricultor.

Cuadro 10. Presupuesto parcial del rendimiento del pipián con los tratamientos evaluados

Indicadores	Compost Bocashi H de lombriz		
Rendimiento kg.ha ⁻¹	5109	4687	4543
Redimiento ajustado 15%	4343	3984	4543
Beneficios brutos S	4576,7	4198,4	4787,5
Costo del fertilizante aplic y del riegoS	345,29	369,96	464,13
Costo de la semilla, transporte, cosecha y tub de riego S	197,31	183,86	210,76
Costos variables totales S	542,6	553,81	674,89
Beneficio neto S	4034,1	3644,6	4112,6

tasa/c = 22.30

Cuadro 11. Análisis de dominancia para cada uno de los tratamientos evaluados en el cultivo de pipián

Tratamientos	C variables S.ha ⁻¹	B neto S.ha ⁻¹	Dominancia
Compost	542.6008969	4034.103139	
Bocashi	553.8116592	3644.573991	d
L humus	674.8878924	4112.578475	

El análisis de dominancia ha eliminado un tratamiento debido a sus bajos beneficios netos y sus altos costos de inversión. Un punto de relevante importancia son los beneficios netos, estos reflejan los ingresos útiles, por lo tanto para aumentar los ingresos es necesario centrarse en ellos y no en los rendimientos. (CIMMYT 1988).

El analisis de retorno marginal indica que los tratamientos no dominantes muestran una tasa de retorno del 59%, es decir se recuperó la unidad monetaria invertida y adicionalmente reportaron ingresos del 59% de ganancias

Cuadro 12. Análisis de retorno marginal

Tratamientos	C variables S.ha ⁻¹	C marginales S.ha ⁻¹	B neto S.ha ⁻¹	B netos marginales S.ha ⁻¹	T de retorno m
Compost	542.6008969	132.2869955	4034.103139	78.47533632	59.00%
Lhumus	674.8878924		4112.578475		

0.593220339

En la figura 5, se puede observar exactamente como los beneficios netos de una inversión aumentan al incrementar la cantidad invertida, en el caso de los tratamientos, Compost y Humus de lombriz

Esta curva demuestra una vez más que el bocashi sigue siendo el tratamiento dominante, por lo tanto es el tratamiento que obtiene menores beneficios netos, con mayor inversión en cambio si pasamos a los tratamientos Compost y Humus de lombriz aumentando la inversión se obtienen beneficios netos ascendentes

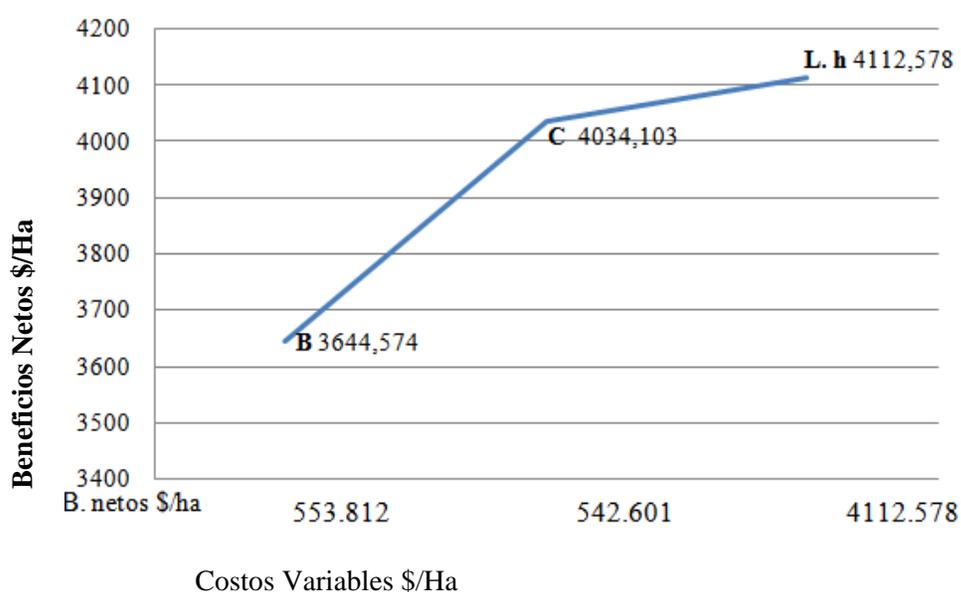


Figura 5. Curva de beneficios netos sobre los tratamientos evaluados.

4.6 Resumen de los resultados de las variables agronómicas y de riego evaluadas en el ensayo

En el cuadro 13 se muestran los resultados obtenidos en el ensayo realizado con el cultivo del pipián con la variedad criolla la cual es resistente a las plagas y enfermedades.

El suelo es profundo con una textura de tipo franco-arcilloso, ligeramente ácido, con un pH de 6.5 con un 3.8% de contenido de materia orgánica, la temperatura optima anda entre los 18-30 °C

Durante el ensayo se registraron temperaturas medias de de 32 °C y una humedad relativa de 72%, 9m/s de velocidad de los vientos así como evaporaciones que van desde 1191 m³ hasta los 570 m³.

Los datos climatológicos fueron facilitados por INETER, para los meses correspondientes al ciclo del cultivo que corresponden a los noventa días.

La evapotranspiración fue calculada por el método gravimétrico y de carácter decenal para todo el ciclo, las precipitaciones caídas se registraron a través de unos pluviómetros que fueron ubicados a unos metros del área experimental.

Se pueden observar dos tiempos de puestas de los aspersores esto se debe al cambio radical que presenta el cultivo del pipián justo en la tercera decena del mes de mayo por tanto al haber un cambio radical, cambia la norma de riego y con ello el tiempo de riego o puesta de los aspersores.

Se aplico 115.2 Lit. /m² y se registro 494.1 Lit. /m² de lluvia caída en los pluviómetros para todo el ciclo vegetativo.

Se realizo una prueba de infiltración dentro del área total irrigada, para determinar la velocidad de infiltración del agua a través de ese suelo y compararla con la intensidad de la lluvia entregada por los aspersores y así determinar o descartar problemas de encharcamiento y para que esto no suceda la velocidad de infiltración a través del suelo tiene que ser mayor que la intensidad de la lluvia como lo es en este caso que no hubo problemas de este tipo.

Se determinaron los coeficientes de cultivo K_c decenal para todo el ciclo del cultivo, y de rendimiento K_y , para la última decena cosechada.

Estos coeficientes dependen fundamentalmente de las características propias de cada cultivo, por tanto, son específicos para cada uno de ellos y dependen de su estado de desarrollo y de sus etapas fenológicas, por ello, son variables a lo largo del tiempo. Dependen también de las Características del suelo y su humedad, así como de las prácticas agrícolas y del riego.

El conocimiento de los coeficientes del cultivo K_c permite conocer la E_{Tr} a partir de la ETP , este se cálculo para cada decena por medio de la formula $K_c = E_{vtp}/E_v$

El coeficiente de rendimiento es la relación entre los rendimientos relativos y las evapotranspiraciones relativas de manera que el coeficiente de rendimiento con mayor valor obtendrá los menores resultados y los coeficientes de menor valor con los mayores valores en cuanto a rendimiento se refieren, se calcularon para la última decena puesto que este coeficiente depende de los valores totales o reales de ese producción.

Cuadro 13. Resultados de las variables evaluadas

factores climáticos/dec	Mayo			Junio			Julio			media
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	
Decena										
Temp °C	35,2	35	33	32,4	32,4	32	31,7	30,5	32,2	32,71
Humedad rel. %	60	68,6	71	72,6	73,4	74,2	75,5	78,6	80,2	72,7
Vel. vientos m/s	9	8	7	6	7	6	7	6	6	6,88
Ev mm/día	695	780	625	415	509	730	580	730	775	739,55
Etr mm	425,8	610	553	369	464,4	738,35	566,1	675,1	678,1	564,48
Pp m³/ha	0	610	683	374	469	790	590	730	695	549
Lamina m³/ha	822					330				576
Lt/día/m²	82	61	68	37	47	112	59	73	69	112
	kc	0,613	0,78	0,88	0,89	0,91	0,97	0,98	0,92	0,87
	ky	Compost								0,605
		Bocashi								0,778
		H de L								0,5
Norma de riego	137,5	137,5	165	165	165	165	165	165	165	165
Lt/día/m²	1,37	1,37	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Tiempo de puesta hr	1,74	1,74	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Vel. de inf mm/hr	9,6									
Intencidad de la lluvia mm/hr	9,2									

Manejo agronómico

Las labores realizadas fueron aplicadas de igual manera a todas las unidades experimentales de tal forma que la única diferencia entre parcelas fueron los tratamientos evaluados.

A los 20 días después de la siembra se realizó el manejo fitosanitario-preventivo, haciendo uso de productos orgánicos, aplicando una mezcla de zorrillo, cebolla y chile con dosis de 1 Lt por bombada de 20 Lt, a los 20 días después de realizar el manejo fitosanitario del cultivo se aplicó biofertilizante con dosis de 500 ml por bombada de 20 Lt, como refrescante.

A los 45 días después de la siembra se encontró entre el cultivo la presencia de Bemisa tabaci (mosca blanca), Aphis Gossypii (pulgonos) y Diaphania Hyalinata (barrenador del fruto), lo cual indica que el control preventivo de plagas no tuvo efecto alguno porque en ese momento ya estaban alojados los huéspedes de plagas en el cultivo, entonces se llevó a cabo la aplicación de un producto sintético como lo es la Cypermetrina para combatirla, con dosis de 24cc por bombada de 20 Lt.

Se utilizó una variedad criolla, la cual es resistente a las plagas y enfermedades, en el siguiente cuadro se representan los resultados obtenidos para los tratamientos evaluados, se puede observar que es el tratamiento Humus de lombriz es el que presenta los mejores resultados.

El rendimiento en el pipián para la variedad criolla anda en los 6-11 número de frutos por planta. Los resultados obtenidos en este ensayo son bastante parecidos a los de Flores y Gadea (2001), que obtuvieron el mayor rendimiento con el tratamiento Compost, y Humus de lombriz con 3720 kg /ha.

VARIABLES EVALUADAS

	Num de guía sec 45				Long		
	Ø cm	Long fruto cm	Peso del fruto kg	dds	Guía princ 45 dds	frutos/planta	rend kg/ha
Humus d L	7,5	12,9	0,23	13,25	8,25	7,5	4543,25
compost	6,75	12,85	0,22	12	7,55	6,75	4342,55
bocashi	5,25	12,45	0,18	12,75	7,93	5,25	3984,139
p-valor	0,399	0,638	0,0267	0,399	0,011	0,0954	0,045

$\alpha = 0,05$

Fertilización

Los abonos utilizados en el ensayo fueron de origen 100% orgánicos, Compost, Humus de lombriz y Bocashi los cuales fueron preparados por los autores con tres meses de anticipación a la siembra, en la hacienda las Mercedes.

Las dosis de fertilización se calcularon en base a un análisis de suelos y a las necesidades del cultivo, se realizaron dos aplicaciones, la primera una semana antes de la siembra y la segunda aplicación a los 20 días después de la siembra, en el siguiente cuadro se observan las dosificaciones correspondientes de cada uno de los tratamientos, que corresponden a 0.30 lb de compost por olla, 0.13 lb de bocashi por olla y 0.2 lb de Humus de lombriz por olla.

Tratamientos	Dosificación Kg/ha
Compost	1323,75
Bocashi	558
L. Humus	384,87

El análisis químico que se le realizó al agua del pozo en la hacienda las Mercedes dio como resultado una clasificación C3-S1, representando así el S1 a aguas con muy bajo contenido de sodio, y el C3 representa aguas salinas.

El agua es de poca calidad para riego sin embargo la producción no se vio afectada ya que la norma de riego aplicada solo representa el 9% del total de los ingresos, es decir el 91% del agua que hubiese sido aplicada por el riego fue sustituida por las lluvias caídas correspondientes al periodo, por lo tanto el hecho de no tener afectaciones de salinidad que disminuyeran la producción en el cultivo del pimiento, deducimos que la cantidad de agua aplicada fue relativamente baja como para que los rendimientos se vieran afectados por problemas de salinidad del agua de riego.

CE μS/cm	Aniones				Cationes					RAS	clasif según USDA
	HCO3	Cl	SO4	Suma	Ca	Mg	Na	K	Suma		
867	4.24	1.24	0.84	8.96	1.79	0.98	0.65	0.24	3.66	0.55	C3-s1

Análisis económico

Se realizó un análisis económico de acuerdo a la metodología del CIMMYT 1998. El cual en el análisis del retorno marginal arroja el resultado de un 59% es decir que al momento de la venta de la producción para los meses de Junio- Julio se obtuvo adicionalmente 59 unidades monetarias por cada una invertida. Este 59% de ganancias son meramente netas ya que a este periodo del cálculo de la tasa de retorno marginal cabe destacar que ya fueron deducidos todos los gastos realizados para su producción.

La tasa de cambio para el periodo fue de 22.30 y el fruto se comercializó a precio de 35 córdobas por cada tres unidades de pimiento.

V CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en este estudio y en nuestros objetivos se llego a las siguientes conclusiones:

- Al evaluar los tratamientos Compost, Bocashi y Humus de lombriz, las variables numero de frutos, diámetro de frutos, longitud de frutos, numero de guías secundarias rendimiento no reflejaron diferencias significativas, sin embargo el tratamiento Humus de lombriz presenta los mejores resultados con 7.5 frutos, 6.78 cm de diámetro del fruto, 12.9cm de longitud de fruto, 23 kg/fruto y 4543.25 kg/ha en rendimiento.

- Al evaluar los tratamientos Compost, Bocashi y Humus de lombriz las variables de longitud de la guía principal presentó diferencias significativas separando los tratamientos en dos categorías estadísticas en primer lugar la aplicación de Humus de lombriz (8.25cm de longitud), el que mayor efecto tuvo para esta variable, seguido del Bocashi con 7.93cm de longitud.

- Al evaluar los tratamientos Compost, Bocashi y Humus de lombriz, la variable peso del fruto presento diferencias significativas, y pueden separarse en dos categorías estadísticas, en primer lugar el tratamiento que obtuvo el mayor peso de fruto fue el Humus de lombriz con medias de 0.23 kg/fruto, seguido del Compost con 0.22 kg/fruto y en segundo lugar el Bocashi con medias de 0.18 kg/fruto.

VI RECOMENDACIONES

- Establecer el análisis experimental introduciendo distintos niveles de humedad o sea regar para distintos Lp.
- Tomar en cuenta los niveles de salinidad del agua de riego en el pozo, en futuras investigaciones.

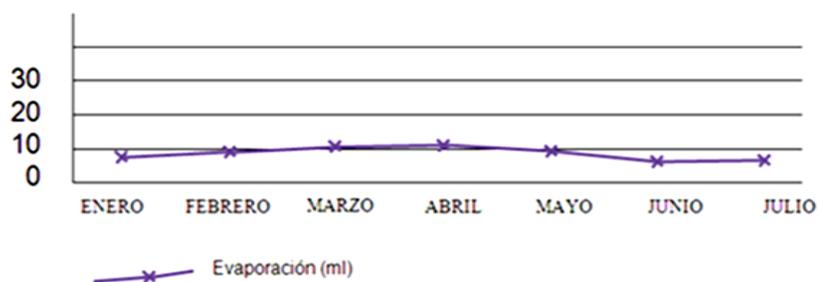
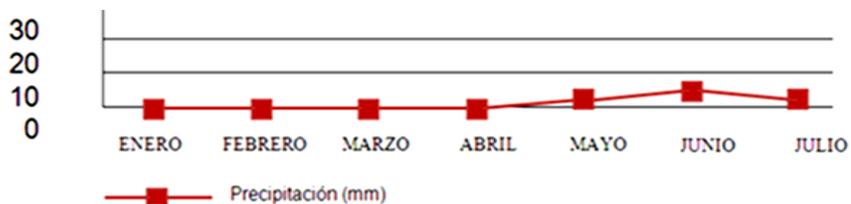
VII LITERATURA CITADA

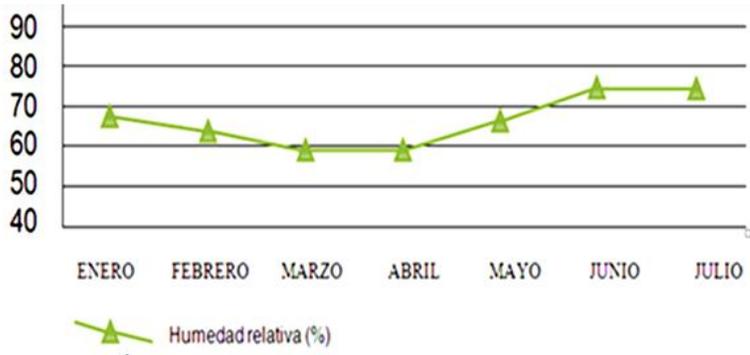
- Borrego, M; Gómez, M; García, P. 2002. El Cultivo de la Sandia. Ediciones Mundi prensa Barcelona. 175 p
- CIMMYT, 1988. Formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, 1ed. México S.F. CIMMYT. 79p.
- Calero, L .2008. Utilización de diferentes abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y rendimiento de pipián (*Cucúrbita argyrosperma* Huber). Tesis. Dr. Ing.Agr. universidad Nacional Agraria, facultad de Agronomía. Managua, NI. 29p.
- Cisneros, SR. 2000. Efecto del abono orgánico en el cultivo de hortalizas. León, Nicaragua. 5 p.
- Doorenbos, J; Kassam, A. 1980. Efectos del agua sobre rendimiento de los cultivos. Estudios FAO: Riego y Drenaje. Ed., FAO. Roma, Italia. 41-213 P.
- Dueñas, G. M. 1981. El Riego. Ed. El pueblo y Educación. La Habana (Cuba). 5-33 P.
- Estudios FAO: Riego y Drenaje. Ed., FAO. Roma, Italia. 41-107 P.
- Flores, R; Gadea, V. 2001. Efecto de número de plantas por nido y frutas por plantas sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de la sandia (*citrullus vulgaris* Schrad). Tesis UNA. Managua. Nicaragua. 19 p.
- Gonzales E, Hernández A, Alvarado R.2000. El cultivo del pipián (*cucúrbita pepo* L) Managua, Nicaragua. 2001. 31 P.
- Instituto Nicaragüense de Tecnologías Agropecuarias. 2009. Manual técnico del cultivo del pipián disponible en:
 - <http://www.inta.gob.ni/manualtecnico/pipian>.
 - http://www.inta.gob.ni/biblioteca/catalogo/inta_ctgrano-basico_pdf.
- INETER, 2011. Instituto de Estudios Territoriales de Nicaragua, Departamento de Agrometeorología y Catastro físico. Managua, Nicaragua.

- Instituto de meteorología, 1976. Manual e instrumentos para el observador meteorológico academia de ciencias de Cuba. Habana Cuba. 516P.
- Kass, D. 1996. Fertilidad de suelos. 1ed. San Jose, C.R. 233p.
- Laguna, G y Cruz, J. 2006. Producción de semilla de pipián bajo estructuras protegidas. INTA, San Isidro. 8 p.
- 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.
- LABSA, 2011 (laboratorio de suelos y agua UNA). 2009. Análisis de suelo de Las Mercedes, análisis de los abonos orgánicos y análisis de agua del pozo Las Mercedes. Laboratorio de suelo y agua.
- Marrero, E. 2006. Régimen de Riego, Unid. II. Managua, Nicaragua. 2-14 P.
- Meléndez, A. Huerta M. 2010. Influencia de una mezcla de abonos orgánicos y biofertilizantes sobre el crecimiento y rendimiento del pipián (*Cucúrbita argyrosperma* Huber) Finca el Plantel, Masaya, Nicaragua 2009. 25 P.
- Marrero, E. 2009. Régimen de Riego, Unid. III Managua, Nicaragua. 2-15P.
- Villanueva, E. 1990. Los suelos de la finca “Las Mercedes” y las propiedades más relevantes para planear su uso y manejo. Tesis UNA. Managua. Nicaragua. 28 p.
- Vélez, P. 2002. Riego por goteo. Miraflores-Lima, PE. 800p.
- Valverde, JC. 2000. Riego y Drenaje. Editorial Universidad Estatal a Distancia, San José Costa Rica. 69-129 p.

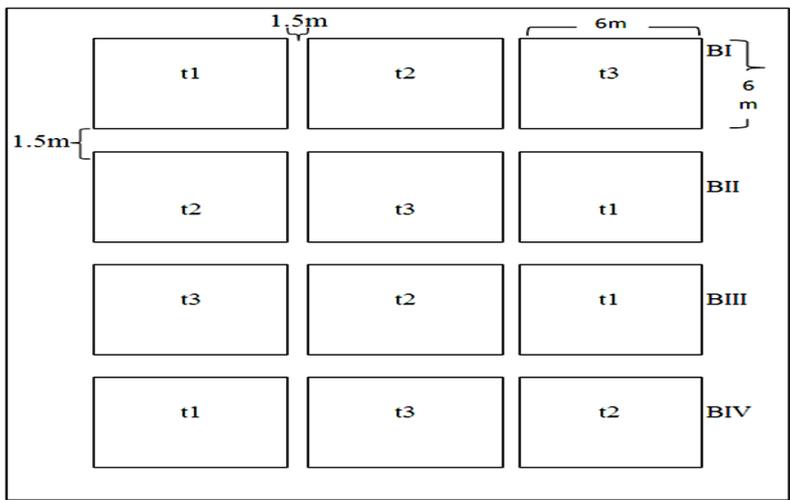
VIII ANEXOS

Anexo 1. Características meteorológicas Finca las Mercedes 2009





Anexo 2. Plano de campo



Anexo 3. Fotos de preparación del suelo Hacienda las Mercedes. Managua 2011



Anexo 4. Fotos de elaboración de abonos Hacienda las Mercedes. Managua 2011



Anexo 5. Fotos de control de plagas Hacienda las Mercedes. Managua 2011



Anexo 6. Fotos de control de malezas Hacienda las Mercedes. Managua 2011





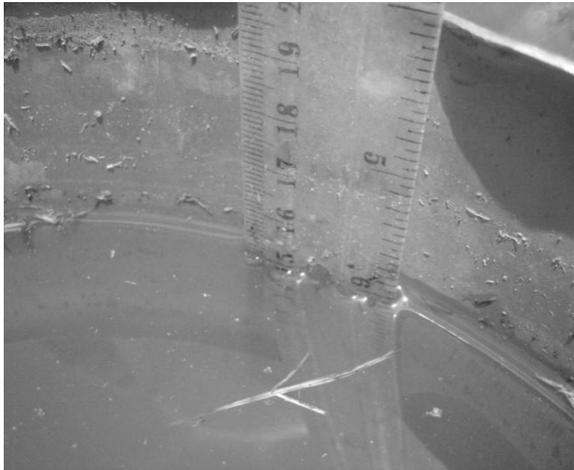
Anexo 7. Fotos de cosecha Hacienda las Mercedes. Managua 2011



Anexo 8. Foto de la aplicación del riego Hacienda las Mercedes. Managua 2011



Anexo 9. Foto de prueba de infiltración



Anexo 10. Dosificación de los tratamientos

Requerimientos del cultivo para obtener de 4000 a 4300 kg/ha

N (kg. ha⁻¹)	P (kg. ha⁻¹)	K (kg. ha⁻¹)
109.09	15	84

Contenido de nutrientes según el análisis químico

• En el suelo

N (%)	P (ppm)	K (meq 100g)	MO (%)	DA
0.18	11.5	4.17	3.8	1.02

En los abonos orgánicos

Tratamiento/caract	N (%)	P (ppm)	K (meq 100g)
Compost	0.59	0.18	0.70
Bocashi	1.4	1.0	1.30
Lombri humus	2.03	1.1	1.06

Solución

Sustituyendo unidades tenemos:

• En el suelo.

$$N. CO \% = MO \% \quad 1.724 = 3.8\% \quad 1.724 = C \quad N: 2.2\% \quad 0.18\% = 12.2$$

$$0.18\% * 11.2 = 2.016 ppm * 2 = 4.03kg. ha^{-1}$$

$$P. 11.5ppm * 2 = 23kg. ha^{-1}$$

$$K. 4.17 meq/100g * 780 = 3253kg. ha^{-1}$$

$$Dosis = D - S_E$$

$$D_n = 109.09 kg \cdot ha^{-1} - 4.03 kg \cdot ha^{-1} \cdot 0.6 = 175 kg \cdot ha^{-1} \leftarrow$$

$$D_p = 15 kg \cdot ha^{-1} - 23 kg \cdot ha^{-1} \cdot 0.20 = -40 kg \cdot ha^{-1}$$

$$D_k = 84 kg \cdot ha^{-1} - 3253 kg \cdot ha^{-1} \cdot 0.60 = -5282 kg \cdot ha^{-1}$$

Nota: según el cálculo de la dosis el suelo solo necesita la aplicación de $175 kg \cdot ha^{-1}$ de nitrógeno.

• **En los abonos orgánicos**

Compost = 0.59%

$$0.59\% * 11.2 = 6.61 ppm * 2 = 13.22 kg \cdot ha^{-1}$$

$$100 kg Compost \rightarrow 13.22 kg \cdot ha^{-1} N$$

$$x 175 kg \cdot ha^{-1} = 1323 kg \cdot ha^{-1} de Compost$$

Bocashi = 1.4%

$$1.4\% * 11.2 * 2 = 31.36 kg \cdot ha^{-1}$$

$$100 kg Bocashi \rightarrow 31.36 kg \cdot ha^{-1} N$$

$$x 175 kg \cdot ha^{-1} = 558 kg \cdot ha^{-1} de Bocashi$$

Lombri humus = 2.03%

$$2.03\% * 11.2 * 2 = 45.47 kg \cdot ha^{-1}$$

$$100 kg Lombrihumus \rightarrow 45.47 kg \cdot ha^{-1} N$$

$$x 175 kg \cdot ha^{-1} = 384.869 kg \cdot ha^{-1} Lombrihumus$$

Anexo 11. Determinación de pluviometría y cantidad de agua recogida

Coefficiente de uniformidad de la lluvia entregada (Christiansen)

Datos

n	Ii(mm. h ⁻¹)	Ii - Im
1	21	6.94
2	26	1.94
3	25	2.94
4	27	0.94
5	33	5.06
6	28	0.06
7	30	2.06
8	35	7.06
9	34	6.06
10	35	7.06
11	34	6.06
12	29	1.06
13	20	7.94
14	13	14.9
15	24	3.94
16	31	3.06
17	28	0.06
18	30	2.06
Σ	503	79.2

$$Im = \frac{\sum Ii}{n} = \frac{503}{18} = 27.944 \text{ mm. h}^{-1}$$

$$\sum Ii - Im = 79.2 \text{ mm. h}^{-1}$$

$$nIm = 18 \times 27.94 = 503 \text{ mm. h}^{-1}$$

$$Cu = 100 \left(1 - \frac{\sum Ii - Im}{nIm} \right)$$

$$Cu = 100 \left(1 - \frac{79.2}{503} \right) = 84.254\%$$

Formula del cuarto menor

$$Cu = 100 \frac{Im_{25\%}}{Im}$$

Donde

$Im_{25\%}$, es la intensidad media de la cuarta parte (25%) de las observaciones de menor valor, en mm.h⁻¹

Im : La intensidad media de todas las observaciones, en mm.h⁻¹

Como son 18 observaciones la cuarta parte seria 4 ajustado, entonces obtenemos una media de:

$$\frac{21 + 13 + 29 + 28}{4} = 22.75$$

$$\text{Entonces } Cu = 100 \frac{22.75}{27.944} = 81\%$$

El que da próximo al anterior

➤ Por tanto la uniformidad alcanzada de la lluvia aportada por el sistema de riego se considera BUENA en un rango; Cu=100-75%, obteniéndose así 84% - 81% respectivamente.

Anexo 12. Determinación del porcentaje de humedad (método gravimétrico)

Mayo			Junio			Julio		
Hp %								
I dec	II dec	III dec	I dec	II dec	IIIdec	I dec	II dec	III dec
33	37.8	37.8	33.6	33.4	33.3	31.6	30.8	29.1
37.8	37.8	33.6	33.4	33.3	31.6	30.8	29.1	28.5

Anexo 13. Determinación de reservas de aguas iniciales y finales

Reservas iniciales (m ³ .h ⁻¹) $W_i = 100 \times \Delta H \times D_a \times \%Hp_i$ ($\Delta H = 0.25$)								
825.053	810.2	810.2	940.1	944.7	949.3	1001	1025	1080
Reservas finales (m ³ .h ⁻¹) $W_f = 100 \times \Delta H \times D_a \times \%Hp_f$ ($\Delta H = 0.30$)								
810.2	810.2	940.1	944.7	949.3	1001	1025	1080	1097
Precipitaciones aprovechables (m ³ .h ⁻¹)								
0	610	683	374	469	790	590	730	695

Anexo 14. Determinación de la evapotranspiración real (método gravimétrico)

Evapotranspiración real (m ³ .h ⁻¹) $evpt = W_i - W_f + p_a + N_r M_p$								
425.86	610	553.05	369.41	464.45	705.60	566.09	675.09	678.089

Anexo 15. Determinación de la evapotranspiración potencial (método de Doorenbos y Pruitt.1976)

$$ETP = a + b WRs$$

Donde:

a y b; son coeficientes empíricos resueltos gráficamente.

W; índice de ponderación, depende de la temperatura media del aire y la altitud.

R_s ; radiación solar recibida en la superficie de la tierra y expresada en el equivalente de evaporación, mm. Día⁻¹

$$R_s = 0.25 + 0.50^n N R_a$$

Donde

n; número de horas reales diaria, promedio del periodo analizado (para la III decena del mes de julio)

N; número máximo de horas de insolación diaria, promedio del periodo analizado.

R_a ; radiación extraterrestre que recibe la parte superior de la atmosfera, expresada en equivalente de evaporación, mm. Día⁻¹

Datos

Temperatura: 33°C

Insolación media n: 5.61 h

Vientos diurnos: 5.93 m/s

Humedad relativa: 75%

Latitud: N 12°08'36" = 12.14° Altitud: 56 msnm

Solución

$R_a = 15.556$ mm. día⁻¹ (obtenido por la interpolación en la tabla 3.12. Régimen de riego)

$N = 12.728$ hr (obtenido por la interpolación en la tabla 3.11 Régimen de riego)

$W = 0.81$ (obtenido por la interpolación en la tabla 3.10. Régimen de riego) (Marrero, E. 2009)

$$R_s = 0.25 + 0.50^{8.31} \frac{12.728}{15.556} = 7.619 \text{ mm. día}^{-1}$$

$$\text{Relación } W * R_s = 0.81 * 7.619 = 6.172 \text{ mm. día}^{-1}$$

ETP obtenida por la relación $E_{tp} = W * R_s$, el comportamiento medio de la humedad relativa y los vientos diurnos.

ETP=

$$5 \text{ mm. día}^{-1} = 50 \text{ mm. dec}^{-1} = 500 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$$

Anexo 16. Determinación del coeficiente de cultivo

Coeficiente de cultivo									$K_c = \frac{evtp}{evp}$
0.61	0.78	0.88	0.89	0.91	0.96	0.98	0.92	0.88	

Anexo 17. Determinación del coeficiente de rendimiento

$$Ky = \frac{1 - \frac{y_r}{y_m}}{1 - \frac{EVT_r}{EVT P_m}}$$

$$Y_r \text{ Compost} = 4342.555 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$Y_r \text{ Bocashi} = 3984.139 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$Y_r \text{ L. humus} = 4543.250 \text{ kg ha}^{-1}$$

$$Ky_{compost} = \frac{1 - \frac{4343}{5512}}{1 - \frac{449}{500}} = \frac{0.213}{0.102} = 2.0882 \quad Ky_{bocashi} = \frac{1 - \frac{3984}{5512}}{1 - \frac{450}{500}} = \frac{0.277}{0.1} = 2.27$$

$$Ky_{l \text{ humus}} = \frac{1 - \frac{4543}{5512}}{1 - \frac{449}{500}} = \frac{0.176}{0.102} = 1.725$$

Anexo 18. Cálculos para el régimen de riego de explotación.

Para la I y II decena de Mayo.

$$\triangleright W_{max} = 100 \times \Delta H \times D_a C_c, \quad \Delta H = 0.25m$$

$$W_{max} = 100 \times 0.25 \text{ m} \times 1.02 \text{ g cm}^3 \times 35.95$$

$$W_{max} = 916 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$$

Reserva máxima para la II decena de mayo y el resto del ciclo.

$$\Delta H = 0.25m$$

$$\triangleright W_{max} = 100 \times 0.25 \text{ m} \times 1.02 \text{ g cm}^3 \times 35.95 = 1100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$$

Reserva mínima para la I y II decena de mayo

$$\Delta H = 0.25m$$

$$\triangleright W_{\min} = 100 \times \Delta H \times D_a L_p$$

$$W_{\min} = 100 \times 0.25 \text{ m} \times 1.02 \text{ g cm}^3 \times 85\%(35.95)$$

$$W_{\min} = 779 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$$

(Reserva válida para la III decena de mayo y el resto del ciclo.

$$W_{\min} = 100 \times 0.30 \text{ m} \times 1.02 \text{ g cm}^3 \times 85\%(35.95)$$

$$W_{\min} = 935 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$$

(Norma parcial válida para la I, II y III decena de Abril.)

$$\triangleright Mp = W_{\max} - W_{\min}$$

$$Mp = 916 - 779 Mp = 137 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$$

Norma parcial válida para la III decena de mayo y el resto del ciclo.

$$\triangleright Mp = 1100 - 935$$

$$Mp = 165 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} W_i = 90\% M_{\max}$$

\triangleright +Criterio de riego

Si la: $Evtp > W_i - W_{\min} + Pa \rightarrow$ *setienequeregar*

$$426 > 824 - 779 + 0$$

$$426 > 45 \rightarrow$$
 sedeberegar

¿Cuántos riegos se deben de aplicar?

$$Evtp > W_i - W_{\min} + Pa + NrMp$$

$$426 \leq 824 - 779 + 0 + 3(137)$$

$$426 < 456 \rightarrow$$
 sedebedeaplicar 3 riegos

\triangleright Fechas de riego:

$$Fechas_{riego} = \frac{W_i - W_{\min} + Pa + Nr(Mp)}{evtp_{med}} + 1$$

$$Fechas_{riego} = \frac{45 + 0(137)}{42.6} + 1 = \frac{45}{78.6} + 1 = 2$$

$$Fechas_{riego} = \frac{45 + 1(137)}{42.6} + 1 = 5$$

$$Fechas_{riego} = \frac{45 + 2 \cdot 137}{42.6} + 1 = 8$$

Siguiendo con este procedimiento se calculo las fechas restantes para el régimen de riego en explotación

$$Totalingresos = W_i + p_a + M_{pr}$$

$$Totalingresos = 825 + 0 + 3 \cdot 137 = 1236 m^3 ha^{-1}$$

$$\text{➤ } W_f = ingresos - egresos$$

$$W_f = 810 m^3 ha^{-1}$$

$$\text{➤ } W_{con} = W_{max} - W_f$$

$$W_{con} = 916 - 810 = 106 ha^{-1}$$

$$\text{➤ } W_{pre} = W_f - W_{min}$$

$$W_{pres} = 810 - 779 = 31 m^3 ha^{-1}$$

Y así sucesivamente se repiten estos procesos para las siguientes decenas del ciclo del cultivo.

Relación caudal presión.

$q; = Kd \cdot h^x ; Y = AX^b$ Según el software estadístico CURVEFIT versión 3.10-0

Donde; $A=0.38, b=0.756 q = 0.38 \cdot h^{0.756}$

Diámetros de las boquillas $(\frac{3}{16}'' \times \frac{3}{32}'')$

Presión de trabajo: 29.890 PSI

Gasto: $q_a=0.369 \text{ lt.seg}^{-1}$

Radio de alcance: 24m

Espaciamiento entre aspersores: $E_a=12m$

Espaciamiento entre laterales: $E_l=12m$

➤ Intensidad de la lluvia:

$$I_{lluv} = \frac{3600 \times q_a}{E_a * E_l}, \quad I_{lluv} = \frac{3600 \times (0.369 \text{ lt.seg}^{-1})}{144 m^2} = 9.225 mm \cdot h^{-1}$$

$$Mp_{b1} = \frac{Mp_{n1}}{Ef} = \frac{13.7}{0.85} = 16.118 \text{ mm}, Mp_{b2} = \frac{Mp_{n2}}{Ef} = \frac{16.5}{0.85} = 19.412 \text{ mm}$$

$$Tp_1 = \frac{Mp_{b1}}{I_{lluv}} = \frac{16.12 \text{ mm}}{9.225 \text{ mm} \cdot h^{-1}} = 1.74 \text{ h},$$

$$Tp_2 = \frac{Mp_{b2}}{I_{lluv}} = \frac{19.41 \text{ mm}}{9.225 \text{ mm} \cdot h^{-1}} = 2.10 \text{ h}$$

Igualdad de la velocidad de infiltración obtenida del software estadístico CURVEFIT versión 3.10-0

$$Y = (A)(X^b)$$

Donde:

A=9.765, b=0.990, X=es el tiempo “t” para una velocidad de infiltración “y”

La velocidad de infiltración es la segunda derivada de la igualdad, por tanto:

$$vel_{inf} = AbX^{b-1}$$

Anexo 19. Velocidad de infiltración

Velocidad de infiltración para un tiempo “t”

$$vel_{inf} = 9.767 * 0.99 * t^{0.99-1} = 0.99 * 9.767 * 1.74^{0.99-1} = 9.616 \text{ mm} \cdot h^{-1}$$

$$vel_{inf} = 1 - 0.99 * 9.767 * 2.10^{1-0.99} = 9.60 \text{ mm} \cdot h^{-1}$$

Comparando la velocidad de infiltración con la intensidad de la lluvia aportada por el aspersor tenemos:

$$I_{lluv} < vel_{inf} = 9.225 \text{ mm} \cdot h^{-1} < 9.60 \text{ mm} \cdot h^{-1}$$

Lo que indica que no existirán problemas de encharcamiento ni escurrimiento superficial.