



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Trabajo de Graduación

**Evaluación del sistema de riego por micro
aspersión artesanal fijo en el par que de
ciencia Esteli mar, Esteli 2008.**

AUTORES

Br. Ronaldo Alfredo Calderón Matey

Br. José Israel López Rodríguez

ASESORES

Ing. MSc. Víctor Manuel Calderón Picado.

Ing. MSc. Néstor Allan Alvarado Díaz

MANAGUA, NICARAGUA

Abril, 2009



“Por un Desarrollo Agrario Integral y Sostenible”

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Trabajo de Graduación

**Evaluación del sistema de riego por micro
aspersión artesanal fijo en el par que de
ciencia Esteli mar, Esteli 2008.**

AUTORES

**Br. Ronaldo Alfredo Calderón Matey
Br. José Israel López Rodríguez**

ASESORES

**Ing. MSc. Víctor Manuel Calderón Picado.
Ing. MSc. Néstor Allan Alvarado Díaz**

**Trabajo presentado a la consideración
del honorable tribunal examinador,
para optar al título de
Ingeniero agrícola para el desarrollo sostenible**

MANAGUA, NICARAGUA

Abril, 2009

**ESTE TRABAJO DE DIPLOMA FUE ACEPTADO, EN SU PRESENTE FORMA POR
LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA, FACULTAD DE AGRONOMIA Y
APROBADO POR EL TRIBUNAL EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OPTAR AL GRADO DE:
INGENIERO AGRICOLA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE
MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR:**

Presidente

Secretario

Vocal

TUTOR: _____

Ing. Msc. Víctor Manuel Calderón Picado

Ing. Msc. Néstor Allan Alvarado

SUSTENTANTE: _____

Br



AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme regalado la vida y por mostrarme siempre el propósito de mi existencia.

En especial: **al Ing. Víctor Calderón y al Ing. Msc. Néstor Allan.**

A la Universidad Nacional Agraria por ser el alma mater que me dio la oportunidad de formarme como profesional.

Al personal de servicio estudiantiles por su apoyo que siempre recibimos en le transcurso de la preparación en especial a Lic. **Idalia, Erica, Audomilia.**

Al personal del CENIDA por su amabilidad y su buen servicio en especial a Lic. **Katy Sánchez, Ileana, Jakeling, Gabriel López y Reyna Flores, Marielo Ruth velia.**

Al centro turístico Estelí mar por habernos facilitado el terreno donde se llevo acabo el experimento.

José Israel López Rodríguez
Ronaldo Alfredo Calderón Matey

DEDICATORIA

A **DIOS** omnipotente por que me da fortaleza, sabiduría entendimiento en el logro de esta futura meta. Infinita gracia **Señor**, luz y guía en mi camino.

A mis queridos padres: **Sabino Calderón C. y Natividad Matey Iglesia** por todo el amor y apoyo que me han brindado en el transcurso de mi vida por sus sabios consejos y por su gran incondicional apoyo económico que con mucho sacrificio permitió culminar mi carrera profesional.

A mis hermanos **Armando calderón Matey, Humberto, Donald, Marlon, Orlando** por sus buenos consejos y apoyo e incondición apoyo económico que siempre he recibido de parte de ellos.

A mi hermana **Xiomara calderón Matey** que ha sido como mi segunda madre que me ha apoyado siempre en lo que he hesitado en el transcurso de mi preparación.

A mi cuñado **Juan Alberto Espinosa** por sus buenos consejos que siempre recibí por su apoyo en materiales bibliográficos para mi formación profesional.

A mis demás familiares que siempre estuvieron colaborando en mi preparación profesional.

A mí esposa **Irma Aracely García de Calderón** por estar siempre apoyándome con sus buenos consejos en momentos buenos y difíciles.

A mis amigos que siempre estuvieron apoyando de una u otra forma en la realización y formación de mi profesión.

Ronaldo Alfredo Calderón M.

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios todo poderoso por ser la luz que me da fortaleza esperanza y sabiduría. Guiándome siempre por el camino correcto y sin dejarme tropezar en los obstáculos que se han presentado a lo largo de mi carrera. Las cuales han contribuido de alguna forma en mi formación humana y profesional.

A mis padres: **Simeón López Benavides y Nicolaza Rodríguez Mendoza** los cuales me apoyaron y que con sus buenos consejos y apoyo incondicional y esfuerzo me han dado fortaleza coronar mi carrera.

A mi esposa **Hathel Esther Dávila de López** por su apoyo incondicional.

A mis hermanos: **Simeón Augusto López Rodríguez, Juan Carlos, Freddy Gregorio** los cuales me han apoyado de una manera u otra.

A mi abuelita: **Candida Benavides Blandon** por regalarme su consejo y mostrarme su apoyo.

A la familia **Dávila Obando** a quienes estimo y quiero mucho por darme entusiasmo y apoyo.

A todos mis tíos por darme su apoyo incondicional.

A mis amigos en especial a todos aquellos que hicieron posible la elaboración de este documento.

José Israel López Rodríguez

INDICE GENERAL

Sección	página
INDICE DE TABLAS	iii
INDICE DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 objetivo general	3
2.2 objetivos específicos	3
III. HIPOTESIS	4
3.1 hipótesis alternativa	4
3.2 hipótesis nula	4
IV. MATERIALES Y METODOS	5
4.1. Descripción del lugar del experimento	5
4.1.1. Clima	5
4.1.2. Características física del suelo de la zona	5
4.1.4. Altura	5
4.1.5. Precipitación	6
4.1.6. Evapotranspiracion	6
1.2.7. Humedad relativa	6
1.2.8. Temperatura	6
4.2. Fecha y ubicación del experimento	6
4.3. Descripción del diseño experimental	6
4.4. Descripción de los tratamientos	7
4.5. Variables evaluadas	8
4.6. Análisis estadístico	8
4.7. Manejo del experimento	10

INDICE GENERAL

Sección	página
V RESULTADOS Y DISCUSION1	11
5.1. Evaluación a diferentes alturas de terreno y orificios aplicados en las botellas sobre el sistema de riego por micro aspersión artesana fijo	11
5.1.1. Diámetro mojado del suelo (m)	11
5.1.2. Bulbo húmedo del suelo (cm.)	14
5.1.3. Gasto de agua (lts/mito)	17
5.1.4. Presión de operación (m)	20
VI. CONCLUSIONES	23
VII. RECOMENDACIONES	24
VIII. LITERATURAS CITADAS	25
IX. ANEXOS	27
9.1. Características físicas del suelo de la zona	27
9.1.1. Textura del suelo	28
9.1.2. Estructura del suelo	28
9.1.3. Densidad real del suelo	28
9.1.4. Densidad aparente del suelo	29
9.1.5. Permeabilidad del suelo	29
9.1.6. Capacidad de campo del suelo	29
9.1.7. Porcentaje de humedad del suelo	30
9.1.8. Velocidad de infiltración del suelo	30
9.2. Riego por micro aspersión artesanal fijo	34
9.3. Características del Riego por micro aspersión artesanal fijo	35
9.4. Caudal	35
9.5. Patrón de humedecimiento de un micro aspersor artesanal fijo	36
9.6. Componentes esenciales de un sistema de Riego por micro aspersión artesanal Fijo	36
9.7. Ventajas del de Riego por micro aspersión artesanal fijo	36



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

9.8. Inconvenientes del Riego por micro aspersión artesanal fijo	37
9.9. Costos económicos del sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo	37
9.10. Descripción de diseño del riego por micro aspersión artesanal fijo	38
9.11. Cálculos de las pérdidas de la tubería a diferentes alturas del terreno	39
9.12. Plano de campo	42
9.13. Fotografías	43

INDICE DE TABLAS

Contenido	Página
Tabla 1. Análisis hidrofísico del suelo parque de ciencia Este limar realizados en el laboratorio suelo y agua de la UNA	5
Tabla 2. Factores estudiados en el ensayo del riego por micro aspersion artesanal fijo, Parque de ciencias Estelí mar, Estelí. Época seca 2008	7
Tabla 3. Descripción de los tratamientos en la evaluación del riego por micro aspersion Artesanal fijo en el centro turístico Estelí mar, Estelí en la época de varano 2008	7
Tabla 4. ANDEVA	9
Tabla 5: Efecto del diámetro mojado (m) a diferentes alturas de terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse y orificios aplicados en las botellas sobre la eficiencia del sistema de riego por micro aspersion artesanal fijo	13
Tabla 6: Efecto del Bulbo húmedo (cm.) a diferentes alturas de terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela que a regarse y orificios aplicados en las botellas sobre la eficiencia del sistema de riego por micro aspersion artesanal fijo.	16

Contenido

Pagina

Tabla 7: Efecto del Gasto de agua (lt/mito) a diferentes alturas de terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse y orificios aplicados en las botellas sobre la eficiencia del sistema de riego por micro aspersion artesanal fijo	19
Tabla 8: Efecto de presión de operación (m) a diferentes alturas de terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse y orificios aplicados en las botellas sobre la eficiencia del sistema de riego Micro aspersion artesanal fijo	22
Tabla 9. Los siete grados para expresar la permeabilidad de los suelos	29
Tabla 10. Datos obtenidos de la pruebas de infiltración	32

INDICE DE FIGURAS

Contenido	pagina
Figura 1. Curva de la velocidad de infiltración de los suelos del centro turístico Esteli mar	33
Figura 2. Distribución de los orificios aplicados en las botellas por diferencia de nivel del terreno desde la fuente de abastecimiento a la parcela a regar en el sistema de riego por micro aspersion artesanal fijo	40
Figura 3. Esquema de parcela. No a escala, se presenta el tanque, diferencia de nivel, y las parcelas propiamente dichas	41
Figura 4. Instalación del sistema de riego artesanal fijo, utilizando botellas plásticas Como Forma de distribución de agua en cual se le realizaron en la parte superior un total de 12 orificio con diámetros de 0.5, 1, 1.5 mm con diferentes alturas de terreno.	43
Figura 5. Instalación del sistema de riego artesanal fijo, utilizando botellas plásticas Como Forma de distribución de agua en cual se le realizaron en la parte Superior con un total de 12 orificio con diámetros de 0.5, 1, 1.5 mm con diferentes alturas de terreno	44
Figura 6. Operación y funcionamiento del micro aspensor artesanal fijo	45
Figura 7. Medición del diámetro mojado del suelo por el micro aspensor	46

RESUMEN

El presente trabajo se planificó con el propósito de determinar la influencia de las diferencias de nivel del terreno en riego por micro aspersión artesanal fijo por gravedad sobre las variables; diámetro mojado, bulbo húmedo, gasto de agua generado por los micro aspersores y presión generada por cada aspersor bajo las condiciones ecológicas del centro turístico Estelí mar. El ensayo se estableció en la época seca de febrero a abril del 2008 utilizando un diseño de bloque completamente al azar bifactorial con cuatro repeticiones. Se encontró que las variables diámetro mojado, bulbo húmedo, gasto de agua en litro/min. y presión tuvieron un efecto significativo con respecto al factor A (altura del terreno).

Para el factor A (altura del terreno) B (diámetro de botella) y la interacción de ambos los resultados de las variables evaluadas solo para el factor A mostraron diferencias significativas, no así para el factor B y la interacción de ambos factores que mostraron un efecto no significativo.

I INTRODUCCION

Una parte considerable de los recursos hídricos disponibles en el mundo se emplean en la producción agrícola en especial en las zonas áridas y semiáridas, donde el uso agrario (supone más del 50%).

En estas circunstancias es muy importante conseguir un uso eficiente del agua de riego, no solo desde el punto de vista de la producción de las empresas agropecuarias, si no también desde la perspectiva de los pequeños agricultores en el uso técnico y racional del agua.

(Isabel 2004)

El riego por micro aspersión ha mostrado su utilidad, tras 20 años de uso a escala comercial, en diversas zonas áridas de todo el mundo, permitiendo obtener un importante incremento en la eficiencia del riego.

También el objetivo fundamental del riego por micro aspersión artesanal consiste en proporcionar al suelo en forma artificial el déficit de evaporación y para el crecimiento de las plantas. (Lesur. 2006)

El desarrollo de la agricultura en nicaragua bajo riego esta considerada como la alternativa más viable para potencializar la producción agropecuaria. Función que se puede en marcar en dos aspectos importantes por una parte el agua es insumo indispensable para la producción durante la época seca. Por otro lado constituye la ganancia de producción como riego complementario durante la época lluviosa mas ahora que el régimen de lluvia se presenta en una forma irregular tanto espacial como temporal. (MAG, 1998)

Aparte el uso de sistema de irrigación de cultivos anuales. Tiene que ser visto como una herramienta que brinde eficiencia y rentabilidad y alta producción de los cultivos sin destrucción de los recursos naturales principalmente suelo y agua. (MAG, 1998)



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

La historia describe que se produjo una fuerte instalación de equipos de riego en el país sobre todo en la década de los años 80 llegando a tener hasta 93.000 hectáreas bajo riego. Sin embargo los problemas de origen político aunados a la baja eficiencia en la planificación control y manejo en los diferentes sistemas a generado que actualmente se cuente con menos de 30.000hectáreas bajo riego. (MAG, 1998)

Diferentes foros realizados en Nicaragua por diversas instituciones públicas y privadas han reconocido que la lista de problemas en torno al riego es encabezada por los de orden técnico y de manejo. Sobre todo en el riego por gravedad y micro aspersión. (MAG 1998)

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivos generales

1- Contribuir al mejoramiento del sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo con múltiples salidas diámetro y presiones de acuerdo a las características edáficas del suelo.

2.2. Objetivos específicos

1- Determinar el gasto del sistema de riego a diferencia de nivel del terreno y presiones.

2- Establecer el diámetro mojado con diferentes presiones y alturas.

3- Determinar el bulbo mojado para diferentes diámetros y presiones.

4- Conocer la edafología del suelo.

5- Dar a conocer la velocidad de infiltración del suelo.



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

III. HIPOTESIS

3.1 Hipótesis alternativa H_A

1- El sistema de riego establecido en Esteli mar con fines de cultivos anuales posee una alta eficiencia en la aplicación del agua dado que las condiciones edáficas han sido analizadas para la planificación y ejecución de los experimentos agrícolas.

3.2 Hipótesis nula H_0

1- El sistema de riego establecido en el parque de ciencia Esteli mar con fines de cultivos anuales no posee una alta eficiencia en la aplicación del agua dada que las condiciones edáficas han sido analizadas para la aplicación y ejecución de los experimentos.

IV MATERIALES Y METODOS

4.1. Descripción del lugar del experimento

4.1.1. Clima:

El departamento de Estelí se caracteriza por presentar un régimen climático constituido por dos estaciones una seca y otra lluviosa. El departamento de Estelí esta localizado en la parte nor.-occidental del país a los 13°25' y 12°50' de longitud norte y a los 86°12' y 86°40' de longitud oeste.

4.1.2. Características física del suelo de la zona

CATIE (1984) agrupo los suelos del departamento de Esteli se dividen en cuatro categorías.

- Suelos profundos bien drenados: planos de textura arcillosa, franco arcillosa y arcillosa ubicados en los valles y mesetas con pendientes de hasta 15%.
- Suelos profundos mal drenados: de textura arcillosa, ubicados en los valles y planicies con pendientes no mayores a 8%.
- Suelos pocos profundos: de textura media a pesada, distribuidos uniformemente en todo el departamento con pendientes de hasta el 50%.
- Suelos muy pocos profundos: con pendientes mayores del 50%, esto presenta severas limitaciones al trabajo por su pedregocidad y subitividad a la erosión.

4.1.3. Tabla 1. análisis hidrofísico del suelo parque de ciencia Estelí mar realizados en Laboratorio Suelo y agua de la UNA.

Densidad aparente (D _a)	Densidad real D _r .	Capacidad de campo (C _c)	Porcentaje de Humedad del suelo en seco (%H)	Arena	Limo	arcilla	textura
1.18	2.30	31.07	19.68	37	26	37	franco arcilloso

4.1.4. Altura: La altitud del departamento representa marcadas variaciones que van desde los 215 msnm en el municipio de Estelí.

4.1.5. Precipitación

De acuerdo a los datos obtenidos en la estación meteorológica representativa la precipitación promedio anual es de 825 mm las mayores precipitaciones se presentan en los meses de mayo y septiembre que representa el 19% y 20% del total anual promedio.

4.1.6. Evaporación

La alta evaporación promedio anual de 2,054 mm superior a la precipitación anual que se estima en 825 mm dificulta las actividades agrícolas en el municipio, siendo condicionante para la elevación de los rendimientos la necesidad de Incrementar las áreas de riego.

4.1.7. Humedad relativa.

La humedad relativa promedio anual es del 70%, el grado de humedad aumenta hacia el noreste (Mira flor) y sur (Tomabú).

4.1.8. Temperatura:

La temperatura tiene muchas variaciones a los largo del año siendo el promedio de la temperatura en la estación lluviosa de 24°C y de 26°C en la seca. (INETER.gob)

4.3. Fecha y ubicación del experimento:

El ensayo se llevo a cabo durante los meses de febrero a Diciembre del año 2008 el cual se divide en dos fases:

Una fase comprendida de febrero a mayo y la otra consistió en el procedimiento y análisis de los resultados, realizados de junio a diciembre

El experimento se realizo en el centro turístico Estelí mar ubicado del monumento el centenario 1Km. y ½ al este de la ciudad de Estelí.

Cuyas coordenadas geográficas son: 13° 5 longitud norte y 86°21 longitud oeste una distancia de 148 Km. de la capital Managua de nuestro país. (INETER.gob.ni.)

4.4. Descripción del diseño experimental

Este ensayo se estableció en un diseño de bloques completamente al azar (B.C.A) con arreglo combinatorio bifactorial, con cuatro repeticiones con un Área total del Experimento de= 1794m², área de la parcela experimental de= 108m², área de la parcela útil de= 72m², espacio entre parcela 2m, Los factores estudiados se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Factores estudiados en el ensayo del riego por micro aspersión artesanal fijo. en el parque de ciencias Estelí mar, Estelí. Época seca 2008.

Factor A: altura del terreno de la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse	Factor B: orificios practicados en las botellas
a ₁ : 3 metros	b ₁ : 0.5 mm
a ₂ : 6 metros	b ₂ : 1 mm
a ₃ : 10 metros	b ₃ : 1.5 mm

4.5. Descripción de los tratamientos

Los tratamientos se constituyeron combinando todos los niveles del factor A con todos los niveles del factor B, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los tratamientos en la evaluación del riego por micro aspersión Artesanal fijo en el centro turístico Estelí mar, Estelí en la época de verano 2008.

Tratamientos	Descripción del factor A Diferencia del nivel del Terreno en metros.	Descripción de factor B Orificios aplicados en las botellas de botella en mm.
a ₁ b ₁	a ₁ = 3 m	b ₁ = 0.5 mm
a ₁ b ₂	a ₁ = 3 m	b ₁ = 0.5 mm
a ₁ b ₃	a ₁ = 3 m	b ₁ = 0.5 mm
a ₂ b ₁	a ₂ = 6 m	b ₂ = 1 mm
a ₂ b ₂	a ₂ = 6 m	b ₂ = 1 mm
a ₂ b ₃	a ₂ = 6 m	b ₂ = 1 mm
a ₃ b ₁	a ₃ = 10 m	b ₃ = 1.5 mm
a ₃ b ₂	a ₃ = 10 m	b ₃ = 1.5 mm
a ₃ b ₃	a ₃ = 10 m	b ₃ = 1.5 mm

El manejo del experimento, la recopilación de datos se realizo de acuerdo a lo planificado en este proyecto, que consistía en medir variables una vez establecido el ensayo

4.6. Variables evaluadas

Para tomar los datos de cada variable medida se utilizaron herramientas como piocha, machete, cinta métrica, azadón, regla milimetrada, baldé graduado en litros, plástico etc.

Diámetro mojado: se puso a funcionar el sistema de riego durante 45 minutos luego cuando el suelo quedo humedecido por cada emisor (botella) se hicieron las mediciones en la parte superficial del suelo que había mojado cada emisor con una cinta métrica de un lado a otro lo que cubría el micro aspersor.

Bulbo húmedo: para poder determinar el tamaño del bulbo húmedo se medio desde la superficie hasta la profundidad donde estaba mojado el suelo con una regla graduada en centímetros.

Presión de operación: como todos sabemos esta variable es de gran importancia, porque de esta dependen todas las variables antes mencionadas, Para poder obtener este dato se aplico un método empírico explicado por el asesor, que consistió en medir la altura en que se encontraba cada bloque a la pila que abastecía el sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo y luego la altura que estaba colocado cada emisor (botella) la diferencia de esta obtuvimos los datos de presión a que estaba funcionando el sistema de riego.

Gasto de agua : se hizo un aforo colocando una bolsa plástica alrededor del micro aspersor, posteriormente se puso a funcionar el sistema de riego durante 1 minuto pasado el tiempo se traslado de la bolsa plástica al balde graduado en litros.

Determinándose un gasto en litros/minuto

Q: Caudal o gasto

V: Volumen

t: tiempo

Q: V/t

4.9. Análisis estadístico

La evaluación estadística de los datos obtenidos de las variables en estudio se realizó por medio del análisis de varianza (ANDEVA) y separación de medias por la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5% de confiabilidad.

Tabla 4. ANDEVA

F de V	G.L	S.C	C.M	Fc
Bloque	r-1	$\Sigma Y^2 \dots K/ab-FC$	SCbloq/gl	CMBloq/CME
A	a-1	$\Sigma Y^2 \mathbf{i} \dots /br-FC$	SCA/gl (a)	CMA/CME
B	b-1	$\Sigma Y^2 \mathbf{J} \dots /ar-FC$	SCB/gl (b)	CMB/CME
A*B	(a-1)*(b-1)	$\Sigma Y^2 \mathbf{ij} \dots /r-FC$	SCA/gl (a*b)	CMAB/CME
Error	Diferencia	SCA-SCB	SCE/gl (e)	
Total	Abr-1	diferencia		

Donde:

r= 4= número de repeticiones

a=3= numero de variables (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento a la parcela a regarse)

b=3= numero de variable (orificios aplicados en las botellas)

i= niveles del factor A

J= niveles del factor B

Descripción del MAL para los factores distribuidos en un BCA bifactorial.

$Y_{ijk} = u + \alpha_i + B_j + (\alpha B)_{ij} + P_k + E_{ijk}$ $i, j, k = 1, 2, 3$.donde

$i = 1, 2, 3$ $i = 1, 2, 3$ a niveles del factor A

$j = 1, 2, 3$ $j = 1, 2, 3$...b niveles del factor B

$k = 1, 2, 3, 4$ $k = 1, 2, 3, 4$.r repeticiones o bloques

Y_{ijk} = la k-esima observación de i-j esimo tratamiento

U= ES la media poblacional a estimar a partir de los datos del experimento.

α_i = Efecto del i-esimo nivel del Factor A (altura del terreno) a estimar a partir de los datos del experimento

B_j = efecto debido al j-esimo nivel del factor B (diámetro de botella) a estimar a partir de los datos del experimento.

$(\alpha_B)_{ij}$ = efecto de interacción entre los factores altura del terreno * diámetro de botella

P_k = efecto del k- esimo bloque.

ϵ_{iJK} = efecto aleatorio de variación

4.10. Manejo del Experimento

La preparación del suelo se llevo a cabo a través de labranza mínima manualmente con las siguientes herramientas: piocha, pala, azadón, machete. Se removió la tierra a 18cm de profundidad a cada uno de los bloques, posteriormente se procedió a la instalación del sistema de riego artesanal, empezando por la tubería principal y después las laterales.

Se estuvo que estar limpiando los orificios de las botellas algunas veces que se obstruía por basura que caían a la fuente de abastecimiento òpilaö.

No se presentaron malezas en el área del experimento ya que se fumigo con gramoxone las tomas de datos se realizaron con éxitos no se presento ningún inconveniente.

V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Evaluación del diámetro mojado del suelo a diferentes alturas del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse y orificios aplicados en las botellas sobre el sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo.

5.1.1. Diámetro mojado

Es una variable muy importante a evaluar ya que de esta depende el espaciamiento entre cada micro aspersor de un orificio de salida determinado, en muchos casos esta variable se puede ver afectada por la distorsión de los vientos y presión de operación del sistema de riego, para medir el diámetro mojado del suelo por un micro aspersión basta con medir la superficie efectivamente mojada abarcando muchas veces hasta 3 metros de diámetro por cada emisor. (Pizarro 1996)

En la tabla 5. Se presentan los resultados obtenidos para la variable diámetro mojado en metros, se observa que existe diferencias significativas entre los niveles del factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela que va regarse). No así en el factor B (orificios aplicados en las botellas) y la interacción de A*B resulta no significativas, si analizamos los resultados del factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) se aprecia que se obtuvo un diámetro mojado a los 10 días después de instalado el sistema de riego (Ddi) en el nivel a_2 (6 m de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) con 2.32 m, para un orificio de botella de 1 mm, seguido por el nivel a_1 (3m de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) con 2.11 m para un orificio de botella de 0.5 mm y por último el nivel a_3 (10 m de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) con 1.89 m para un orificio de botella de 1.5 mm y con diferencias significativas entre las mismas.

A los 25 Ddi se observó que el mayor diámetro mojado se obtuvo en el nivel a_2 (6 m de altura del terreno) con 2.39 m para un orificio de botella de 1 mm, seguido el nivel a_1 (3 m de altura

del terreno) con 2.06m para un orificio de botella de 0.5 mm y por último el nivel a_3 (10 m de altura del terreno) con 1.90 m con un orificio de botella de 1.5 mm, el nivel a_1 y a_3 se agrupan en una sola categoría y con diferencia significativas con el nivel a_2 .

A los 45 Ddi un mayor diámetro mojado en el nivel a_2 (6 m de altura del terreno) con 2.32m con un orificio de botella 1 mm, seguido el nivel a_1 (3 m de altura del terreno) con 2.04 m con un orificio de botella de 0.5 mm y por último el nivel a_3 (10 m de altura del terreno) con 1.88m con un orificio de botella de 1.5 mm, el nivel a_1 y a_3 se agrupan en una sola categoría estadística y con diferencia significativa con el nivel a_2 .

A los 60 Ddi observamos siempre que el nivel a_2 (6m de altura del terreno) con 2.23m con orificio 1.00 mm, seguidamente el nivel a_1 (3m de altura del terreno) con 2.12m con orificio de 0.5 mm y sin diferencia significativa y por último el nivel a_3 (10 m de altura de terreno) con 2.00 m con orificio de 1.5 mm.

Para el factor B (orificios aplicados en las botella) los resultados indican que no hay efecto significativo esto debido a que da lo mismo instalar cualquier tipo de los tres tipos de orificios que se utilizaron (0.5, 1, 1.5 mm), la interacción $A*B$ es no significativa respectivamente.

Diámetro mojado por un micro aspersor fijo es la superficie efectivamente mojada por un emisor con una determinada presión, el cual va ha estar en dependencia de el tipo de micro aspersor, orificio de botella, si es por gravedad va ha depender de la altura del terreno donde va estar la fuente de abastecimiento a la parcela a regarse y la presión de operación, existen sistemas de riego por micro aspersion artesanales elaborados por los pequeños productores, con poca tecnología para dar solución a las demandas de agua por los cultivos lo que es necesario elaborarlos artesanalmente y echarlos a funcionar con determinadas diferencias de nivel entre la toma de agua y la parcela a regar, la altura del terreno es un factor importante en los sistemas de riego por micro aspersion artesanales fijos ya que genera la presión adecuada para que pueda regarse por micro aspersion el terreno, estos funcionan por gravedad alcanzando potencias adecuadas y clasificarse como un sistema de fácil acceso para los productores de bajos recursos económicos que no tienen la facilidad de acceso a los sistemas de riego tecnificados.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

La diferencia de nivel de un terreno en diferentes puntos es un factor muy importante para estos sistemas de riego por micro aspersion artesanales, ya que ha menores alturas de terreno de la toma de agua a la parcela se ve reflejado un menor diámetro mojado y menor presión de operación en cambio a mayor diferencia de nivel de terreno de la toma de agua a la parcela hay un mayor diámetro mojado y mayor presión de operación. (CENTA.

Tabla 5: Efecto del diámetro mojado (m) a diferentes alturas de terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse y orificios aplicados en las botellas sobre la eficiencia del sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo.

Factor A: Altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse.	10 Ddi	25 Ddi	45 Ddi	60 Ddi
a ₂ : 6 metros con orificio de 1mm.	2.32a	2.39a	2.32 a	2.23 a
a ₁ : 3 metros con orificio de 0.5 mm.	2.11 b	2.06b	2.04 b	2.12 a
a ₃ : 10 metros con orificio de 1.5 mm.	1.89 c	1.90b	1.88 b	2.00ab
ANDEVA	*	*	*	*
CV (%)	5.53	14.94	10.75	11.31
Factor B: orificio aplicados en las botellas				
b ₃ : 1.5 mm con altura de terreno de 10 m	2.13 a	2.20 a	2.10 a	2.16 a
b ₂ : 1mm con altura de terreno de 6 m	2.11 a	2.13 a	2.07 a	2.14 a
b ₁ : 0.5mm con altura de terreno de 3 m	2.08 a	2.02 a	2.06 a	2.06 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
CV (%)	5.53	14.94	10.75	11.31
Interacción A*B	NS	NS	NS	NS

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

5.1.2 Bulbo húmedo

Es una variable de mucha importancia que debe evaluarse muy afondo ya que es la que nos permite determinar la profundidad efectivamente mojada del suelo por un emisor.

(Pizarro 1996)

En la tabla 6. Se presentan los resultados obtenidos para la variable bulbo húmedo se observa que existen diferencias significativas entre los niveles del factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela que va regarse), no así en el factor B (orificios aplicados en las botellas) y la interacción A*B resultaron no significativas si se analizan los resultados del factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) se aprecia que se obtuvo un mayor bulbo húmedo a los 10 días después de instalado el sistema de riego (Ddi) en el nivel a_3 (10 metros de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela que va regarse) con 5.49cm con un orificio de 1.5 mm y difiriendo significativamente con el resto de los niveles del factor A esto se debe a que mayor altura mayor presión, a mayor orificio de botella mayor gasto de agua generado por el micro aspersor por lo tanto mayor bulbo húmedo, en segundo lugar el nivel a_2 (6 metros de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) con 5.16 cm con un orificio de 1 mm por último el nivel a_1 (3 metros de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) con 4.54cm con un orificio de botella de 0.5 mm con diferencias significativas entre los mismos.

A los 25 Ddi se observa que el mayor bulbo húmedo resulto en el nivel a_3 (10 m de altura del terreno) con 5.42cm con un orificio de botella de 1.5 mm, en segundo lugar a_2 (6 m de altura del terreno) con 5.09 cm con un orificio de 1 mm y por último el nivel a_1 (3 m de altura del terreno) con 4.29 cm para un orificio de 0.5 mm. con diferencias significativas respectivamente.

A los 45 Ddi se puede apreciar que el mayor bulbo húmedo esta en el nivel a_3 (10 m de altura del terreno) con 5.60 cm para un orificio de botella de 1.5 mm, seguido el nivel a_2 (6 m de altura del terreno) con 5.08 cm para un orificio de 1 mm y por último el nivel a_1 (3 m de altura del terreno) con 4.36 cm con un orificio de salida de botella de 0.5 mm.



Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

A los 60 Ddi el mayor bulbo húmedo se obtuvo en el nivel a_3 (10 m de altura del terreno) con 5.63cm con orificio de 1.5 mm, seguidamente el nivel a_2 (6 metros de altura del terreno) con 5.10 cm con orificio de 1 mm en una misma categoría estadística se obtuvo el nivel a_1 (3 m de altura del terreno) con 4.78 cm con orificio de 0.5 mm. agrupando en una misma categoría el nivel a_2 y a_1 respectivamente.

Para el factor B (orificios aplicados en las botella) los resultados indican que no hay efecto significativo y la interacción A*B es no significativa respectivamente.

Dentro de los parámetros que influyen en el bulbo húmedo tenemos: textura del suelo, Estructura, Estratificación, Tipo de emisor, Tiempo de riego, estas son las principales características que influyen en la distribución del agua en el suelo para una formación adecuada del bulbo húmedo que es el que garantiza el agua a las plantas, este bulbo húmedo se ve influido por el orificio de emisor, presión de operación y gasto de agua por el emisor, espaciamiento entre emisores y dosis y frecuencia de riego. (<http://www.inea.uva.es>)

Tabla 6: Efecto del Bulbo húmedo (cm.) a diferentes alturas de terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela que a regarse y orificios aplicados en las botellas sobre la eficiencia del sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo.

Factor A: Altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse	10 Ddi	25 Ddi	45 Ddi	60 Ddi
a ₃ : 10 metros con orificio de 1.5 mm	5.49 a	5.42 a	5.60 a	5.63 a
a ₂ : 6 metros con orificio de 1 mm	5.16 b	5.09 b	5.08 b	5.10 b
a ₁ : 3 metros con orificio de 0.5mm	4.54 c	4.29 c	4.36 c	4.78 b
ANDEVA	*	*	*	*
CV (%)	8.41	10.92	7.98	8.55
Factor B: orificios practicados en las botella				
b ₃ : 1.5 mm con altura de terreno de 10 m	5.25 a	4.98 a	5.08 a	5.20 a
b ₂ : 1.0 mm con altura de terreno de 6 m	5.10 a	4.93 a	5.05 a	5.10 a
b ₁ : 0.5 mm con altura de terreno de 3 m	4.86 a	4.89 a	4.91 a	5.00 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
CV (%)	8.41	10.92	7.98	8.55
interacción A*B	NS	NS	NS	NS

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

5.1.3 Gasto de agua (lt/mito)

En micro aspersores el uso de un gasto máximo disminuye la variación de las láminas infiltradas si se mantiene este gasto constante durante todo el tiempo de riego, se producirá una excesiva pérdida por escurrimiento superficial y los suelos se erosionan.

Cabe mencionar que el usar un gasto acorde a la velocidad de infiltración hay un mayor aprovechamiento del agua por el suelo.

La reducción del gasto origina una menor presión y el perímetro mojado es menor y con esto una menor infiltración por lo tanto el tiempo de riego aumenta la modalidad del gasto reducido depende del tipo del suelo y del agua disponible en la fuente. (Según Gurovich 1999)

En tabla 7. Se presentan los resultados obtenidos para la variable gasto de agua en lt/mito se puede apreciar que existe una diferencia significativa entre el factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) y los del factor B (orificios aplicados en las botella) esta no significancia del factor B se debe a que ambas generan aproximadamente el mismo gasto no habiendo diferencias significativas entre ellas y la interacción A*B resulto no significativo.

Si analizamos el comportamiento de agua a los 10 Ddi para el factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) se aprecia que los mayores gastos se alcanzaron en el nivel a₃ (10 m de altura del terreno) con 2.78 lt/mito con un orificio de botella de 1.5 mm, seguido el nivel a₂ (6 m de altura del terreno) con 2.76 lt/mito con un orificio de botella de 1 mm y por último el nivel a₁ (3 m de altura del terreno) con 2.02 lt/mito con un orificio de botella.

Esto se debió a que en el momento del funcionamiento del sistema no surgió ninguna obstrucción en los orificios de las botellas y en las tuberías.

A los 25 Ddi se observa que el mayor gasto está en el nivel a₃ (10 m de altura del terreno) con 3.41 lt/mito con un orificio de botella de 1 mm, con diferencias significativas con los demás niveles, seguidamente el nivel a₂ (6 m de altura del terreno), a₁ (3 m de altura del terreno) con 1.85 con orificio de 1 mm y 1.63 lt/mito con orificio de 0.5 mm sin diferencias significativas entre sí.

A los 45 Ddi se observa que el mayor gasto de agua resulto en el nivel a_3 (10 m de altura del terreno) con 3.48 lt/mito con orificio de salida de 1.5 mm con diferencias significativas con el resto de los niveles, seguidamente los niveles (a_2 y a_1) agrupados en una misma categoría estadística para el nivel a_2 (6 m de altura del terreno) con 1.82 lt/mito con orificio de 1 mm y por último el nivel a_1 (3 m altura del terreno) con 1.66 lt/mito con orificio de 0.5 mm respectivamente.

A los 60 Ddi el mayor gasto se observa en el nivel a_3 (10 m de altura del terreno) con 3.58 lt/mito con orificio de botella de 1.5 mm y con diferencias significativas con el nivel a_2 (6 m de altura del terreno) con 1.78 lt/mito con orificio de 1 mm y por último el nivel a_1 (3 m de altura del terreno) con 1.72 lt/mito con orificio de 0.5 mm agrupados en una misma categoría estadística el nivel (a_2 y a_1) respectivamente.

Para el factor B (orificios aplicados en las botella) los resultados indican que no hay efecto significativo en el gasto de agua y se agrupa en una sola categoría estadística, la interacción A*B resulto no significativa

Como podemos mencionar el gasto de agua del sistema de riego por micro aspersion artesanal fijo dependen de diámetro de tuberías, número aspersores y orificio de boquilla de botellas, diferencia de nivel del terreno y como principal factor la presión de operación. (calderón.2008)

Tabla 7: Efecto del Gasto de agua (lt/mito) a diferentes alturas de terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse y orificios aplicados en las botellas sobre la eficiencia del sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo

Factor A: Altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse	10 Ddi	25 Ddi	45 Ddi	60 Ddi
a ₃ : 10 metros con orificio de 1.5 mm	2.78 a	3.41 a	3.48 a	3.58 a
a ₂ : 6 metros con orificio de 1 mm	2.76 b	1.85 b	1.82 b	1.78 b
a ₁ : 10 metros con orificio de 0.5 mm	2.02 c	1.63 b	1.66 b	1.72 b
ANDEVA	*	*	*	*
CV (%)	12.18	14.42	9.64	9.10
Factor B: orificios aplicados en las botella				
b ₃ : 1.5 mm con altura de terreno de 10 m	2.51 a	2.34 a	2.41 a	2.45 a
b ₂ : 1.0 mm con altura de terreno de 6 m	2.49 a	2.32 a	2.29 a	2.38 a
b ₁ : 0.5 mm con altura de terreno de 3 m	2.47 a	2.23 a	2.27 a	2.25 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
CV. (%)	12.18	14.42	9.64	9.10
interacción A*B	NS	NS	NS	NS

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

5.1.4 Presión de operación (m)

La presión ha de distribuirse de la fuente de abastecimiento debe de analizarse. Concediendo la debida importancia de los aspectos económicos que entran en fuego a las operaciones del sistema de riego que sean necesarios.

En la presión de operación del sistema están incluidos el efecto de toda diferencia de altitud, perdidas por razonamiento en las tuberías y accesorios y presión necesaria en el micro aspersor, puede ser posible conseguir la presión adecuada mediante diferencias de elevación de la fuente de aprovechamiento de agua y le terreno que debe servir. Puede también ocurrir lo contrario y limitar los sistemas de micro aspersión a una baja presión para reducir al mínimo el bombeo necesario. La decisión en cuanto a la presión a que debe entregarse el agua en los micros aspersores depende del costo del bombeo e influye sobre el tipo de micro aspersores o emisores que podrán utilizarse.

Pueden haber sistemas proyectados para una presión mínima en los micros aspersores de 1.5 Kg./cm² aproximadamente. Estos sistemas son de micro aspersores bajo los árboles o tuberías perforadas. La inmensa mayoría de los sistemas funcionan a una presión en el micro aspersor de 2.5 kg/cm², que en algunos casos se reforzara hasta al menos 3.5kg/cm². (FAO. Roma 1997)

En la tabla 8. Se presentan los resultados obtenidos para la variable presión de operación (m), se observa que existen diferencias significativas entre los niveles de el factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento a la parcela a regarse) y el factor B (orificios aplicados en las botella) no existe diferencia significativa de la misma forma la interacción A*B se destaco que no hay significancia.

Si analizamos los resultados del factor A (altura de el terreno desde la fuente de abastecimiento de agua al parcela a regarse) se aprecia que a los 10 Ddi se obtuvo una presión mayor en el nivel a₁ (3 m de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento a la parcela a regarse) con 6.88 m.c.a con orificio de salida de botella de 0.5 mm seguido el nivel a₂ (6 m de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) con 6.78 m.c.a con orificio de salida de botella de 1 mm y el nivel a₃ (10 m de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento a la parcela a regarse) con 6.72 m.c.a con orificio de salida de

botella de 1.5 mm, agrupando el nivel a_1 y el nivel a_1 en una misma categoría estadística con diferencias con el nivel a_3 respectivamente.

Para los 25 Ddi se observó que la mayor presión se dio en el nivel a_1 (3 m de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) con 6.93 m con orificio de 0.5 mm esto debido a que se presentaron obstrucciones en los emisores. Seguidamente el nivel a_2 (6 m de altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse) con 6.76m con orificio de 1 mm y por último el nivel a_3 (10 m de altura del terreno) con 6.67 m con orificio de 1.5 mm con diferencias significativas entre sí.

A los 45 Ddi la mayor presión se dio en el nivel a_1 (3 m de altura del terreno) con 6.73 m con orificio de 0.5 mm, seguido el nivel a_2 (6 m de altura del terreno) con 6.25 m con orificio de 1 mm y por último el nivel a_3 con 6.64m con orificio de 1.5 mm y con diferencias significativas entre sí.

A los 60 Ddi la mayor presión se dio en el nivel a_1 (3 m de altura del terreno) con 6.88m con orificio de 0.5 mm, seguidamente el nivel a_2 (6 m de altura del terreno) con 6.78 m con orificio de salida de 1 mm, mostrando que no existen diferencias significativas entre si, por último el nivel a_3 (10 m de altura del terreno) con 6.74 m con orificio de 1.5 mm y con diferencias significativas.

Para el factor B (orificios aplicados en las botella) y la interacción $A*B$ los resultados indican que no hay efecto significativo.

En estudios realizados por la (FAO 1993) describe que la presión de operación en los sistemas de riego están incluidos el defecto de toda diferencia de nivel, pérdidas por rozamiento en las tuberías y accesorios y presión necesaria en el aspersor, puede ser posible conseguir la presión adecuada mediante diferencia de elevación entre la fuente de aprovechamiento de agua y el terreno a que debe servirse puede también ocurrir lo contrario y limitar los sistemas de operación a una baja presión para reducir al mínimo el gasto necesario.

Tabla 8: Efecto de presión de operación (m) a diferentes alturas de terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse y orificios aplicados en las botellas sobre la eficiencia del sistema de riego Micro aspersión artesanal fijo.

Factor A: Altura del terreno desde la fuente abastecimiento a la parcela a regarse	10 Ddi	25 Ddi	45 ddi	60 Ddi
a ₁ : 3 metros con orificio de 0.5 mm	6.88 a	6.93 a	6.73 a	6.88 a
a ₂ : 6 metros con orificio de 1mm	6.78 a	6.76 b	6.64 b	6.78 a
a ₃ : 10 metros con orificio de 1.5 mm	6.74 ab	6.67 c	6.25 c	6.74 ab
ANDEVA	*	*	*	*
CV (%)	1.98	1.47	3.87	1.74
Factor B: orificios aplicados en las botellas				
b ₁ : 0.5mm con altura de terreno de 3 m	6.84 a	6.84 a	6.58 a	6.84 a
b ₂ : 1mm con altura de terreno de 6 m	6.78 a	6.77 a	6.50 a	6.79 a
b ₃ :1.5mm con altura de terreno de 10 m	6.76 a	6.75 a	6.50 a	6.76 a
ANDEVA	NS	NS	NS	NS
CV (%)	1.98	1.47	3.87	1.74
Interacción A*B	NS	NS	NS	NS

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente.

CONCLUSIONES

La variable diámetro mojado en (m) mostraron efecto significativo para el factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse 3, 6,10 m) y el factor B (orificios aplicados en las botellas de 0.5, 1, 1.5 mm) y la interacción de A*B resulto un efecto no significativo entre sí.

El bulbo húmedo en (cm.) mostró un efecto significativo en el factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse 3, 6,10 m) y el factor B (orificios aplicados en las botellas de 0.5, 1,1.5 mm) y la interacción A*B resulto un efecto no significativo.

La presión en (m) mostró un efecto significativo en el factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse 3, 6,10 m), y el factor B (orificios aplicados en las botellas de 0.5, 1,1.5 mm) y la interacción de A*B resulto un efecto no significativo

El efecto del gasto de agua (lt/mito) mostró un efecto significativo en le factor A (altura del terreno desde la fuente de abastecimiento de agua a la parcela a regarse 3, 6,10 m), y el factor B (orificios aplicados en las botellas de 0.5, 1,1.5 mm) y la interacción A*B resulto un efecto no significativo.

RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio se presentan las siguientes recomendaciones.

Diversificación de la agricultura en laderas con diferencia de nivel en el terreno.

A los pequeños productores por su fácil elaboración y bajos costos ya que es artesanal y funciona por gravedad.

De acuerdo a los resultados de la velocidad de infiltración y la intensidad de aplicación de los micro aspersores artesanales fijos es conveniente utilizar orificios de salida de botella de 0.5 mm y 1 mm.

Para cultivos de raíces superficiales.

Continuar el establecimiento de este tipo de ensayo en otras localidades del país para confirmar o negar los resultados obtenidos en este trabajo.

Aplicar este sistema de riego a un tipo de cultivo para ver el comportamiento de los orificios de salida aplicados en las botellas.

LITERATURA CITADA

http://www.elriego.com/dom/informa_te/materiales_riego/microaspersion.htm

<http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd58/mango.html>

Darás R. 2003. Uso de riegos. Editor Amaya. Managua, Nicaragua

Lesur. 2006. Manual de riego agrícola. Editorial Trillas S.A. de CV Amanco, México

Pedroza H. 1993. Fundamentos de experimentación agrícola. Editora de Arte. Managua, Nicaragua

PASOLAC. 2006. Guía tecnológica del manejo del agua con fines agropecuarios. Impreso en multigráfica. 2006

UNA. 1992. proyecto inventario diagnóstico y evaluación de los sistemas de riego en Nicaragua. I Etapa. Editora de arte. Managua, Nicaragua. pág. 72

Pizarro F. 1996. Riego localizado de alta frecuencia. Editorial grupo mundi prensa. Barcelona. Pág. 253

Narro E. 2004 Física de suelos con enfoque Agrícola. Editor. Trillas. 2005. Pág. 52,53.

Fuentes L. 2003. Técnicas de riego 4ta Edición. Editorial. Prensa. 2004. Pág. 39,40.

Lyon L. 1952. Edafología y naturaleza del suelo. Editorial Acné. Egecy. 1994. Pág. 40, 41,42.

Ángeles V. 2002. Diseño agronómico de los sistemas de riego presura do. Editorial UACH. 2002. Pág. 2.

Sotelo G. 1984. Hidráulica general. Editorial Noriega. 1986. Pág. 211, 212.

25

Giles R. V y Chen Liu 2003. Mecánica de los fluidos e hidráulico. Tercera Edición. Madrid. España. pág. 117.

Cairo P y Quintero G. 1980. Suelos. Editorial pueblo y Educación. La Habana. Cuba. Pág. 113, 169, 170.

INETER. 1996. Extensión territorial de Nicaragua por departamento y municipio. Pág. 4
Núñez. 2001. Manejo y conservación de suelos. Editorial Universidad estatal a distancia san José Costa Rica.

Gurovich A. 1999. Riego superficial tecnificado. Editorial Alfa omega 2001. Pág. 53,54.

FAO. Roma. 1997. El riego. Editorial. Suen wunder. 1999. Pág. 56, 57.

CENTA. 2003 técnicas de riego. Editorial. División de comunicaciones centa. pag. 25,28.

MAG. 1998. El riego en Nicaragua. editorial. inpaasa. 1999. Pág. 42,43.

CENTA. 2006 Técnicas de riego segunda edición reimpresión 2006 .editorial. SA
Nicaragua

FAO, 1972. Riego por Aspersión, e ingeniería de suelos. Editorial Diana México. Pág. 14,15

1984. características biofísicas del área del proyecto, CATIE / PRONORTE, Esteli, Nicaragua.
S. p.

Espinosa, A. 1992. Estudios agros climáticos de los sistemas de cultivo Maíz, frijol y sorgo en las zonas secas de Esteli, Nicaragua. Turrialba, costa rica Pág. 16.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ANEXO

Anexo 1.

9.1. Características físicas del suelo de la zona

1.1. Textura del suelo.

La textura se refiere al tamaño de las partículas sólidas que constituyen el suelo (arena, limo, arcilla), desde el punto de vista en sí la agricultura en suelos arenosos es la que más se beneficia del riego por micro aspersión.

Sin embargo en muchos casos y por otras razones los suelos arenosos quedan debidamente regados por métodos superficiales y los arcillosos por micro aspersión. (FAO 1997).

Como podemos mencionar el lugar donde se estableció el experimento existen terrazas casi planas cerca de los caudales de agua con pendientes muy suaves en los bordes de las llanuras, la textura es una característica importante para la instalación de un sistema de riego, según análisis de laboratorio se obtuvo que el tipo suelo que se encontró es franco arcilloso un suelo apto para el riego por micro aspersión. (Laboratorio UNA 2008).

1.2. Estructura del suelo.

La estructura es una de las características físicas del suelo de mucha importancia agrícola, sin embargo es una de las menos entidades pobremente descritas y mal manejadas, pocos agricultores evitan destruir los agregados durante la labranza, el cual provoca en muchos casos un empobrecimiento físico del suelo. (Narro 1994)

Según estudios realizados se encontró que la estructura del suelo donde se estableció el experimento es granular. (Laboratorio UNA).

1.3. Densidad real del suelo.

La densidad de las partículas sólidas de los suelos es en general de unos 2.6 g/cm^3 , realmente el suelo está formado por partículas sólidas y espacios vacíos.

El peso en seco de una unidad de volumen de suelo no perturbado se llama densidad real y puede oscilar entre 1.10 g/cm^3 para los suelos arcillosos y 1.50 g/cm^3 para los arenosos. Así mismo es necesario conocer la densidad aparente para convertir el porcentaje de humedad, basado en el peso seco del suelo en la cantidad equivalente. (FAO 1997)

Por análisis de estudios realizados en el lugar de estudio se encontró que la densidad real de las partículas sólidas de los suelos es de 2.30 g/cm^3 en suelos franco arcillosos. (Laboratorio UNA 2008)

Anexo 2.

1.4. Densidad Aparente del suelo.

La densidad aparente del suelo (D_a) es la relación entre la masa de los sólidos y el volumen total que estos ocupan, es decir, se incluye el espacio poroso existente entre las partículas sólidas, también representa el peso del suelo por unidad de volumen del mismo.

Es expresado en gr. /cm^3 y es una característica estrechamente ligada a las propiedades físicas del suelo.

Esta característica esta sujeta a variaciones debido a condiciones naturales o bien a modificaciones por labores agrícolas. (Aragón y Orozco 2000)

Por pruebas de análisis de estudio se encontró que en el lugar donde se estableció el experimento que la densidad aparente del suelo se de 1.18 g/ cm^3 respectivamente.

1.5. Permeabilidad del suelo

Es la capacidad que tiene para transmitir agua y aire, es decir es el índice al que fluye el agua a través del suelo.

Tabla 9. Los siete grados para expresar la permeabilidad de los suelos son:

Índice de permeabilidad	Filtración en mm/hr
Muy lento	Menos de 1.27
Lento	1.27-5.08
Moderadamente lento	5.08-20.32
Moderado	20.32-63.05
Moderadamente rápido	63.05-127
Rápido	127-254
Muy rápido	254 mas

(Ángeles V.2002)

1.6. Capacidad de Campo

Se refiere al contenido de humedad presente en el suelo en contra de las fuerzas de gravedad por un riego en un tiempo dado, esta depende de la textura, contenido de materia orgánica y compactación del suelo.

Anexo 3.

La capacidad de campo es una constante característica para cada tipo de suelo.

(Valverde 1998).

También podemos mencionar que en la zona donde se llevo a cabo el estudio experimental se obtuvo como resultado de las pruebas realizadas que la capacidad de campo es de 31.7% para un suelo franco arcilloso. (Laboratorio de la UNA 2008).

1.7. Porcentaje de Humedad en el suelo

El contenido de humedad en el suelo es muy variable tanto en tiempo para un mismo punto como en distancia y profundidad para un tiempo dado, se dice que el contenido volumétrico de humedad del suelo su variación es desde menos de 5% hasta mas del 45% (Arias 2001).

Según análisis de laboratorio realizados en el lugar de estudio se obtuvo un porcentaje de humedad de 19.68% para un suelo franco arcilloso. (Laboratorio UNA 2008).

1.8. Velocidad de infiltración del agua en el suelo

Después del riego el agua penetra en el suelo en forma vertical y horizontal por efecto de la gravedad, este fenómeno es denominado infiltración.

La velocidad de infiltración se refiere a la relación entre una lámina de agua que se infiltra y el tiempo que tarda en hacerlo y se expresa en cm./hrs.

Al inicio de todo riego la velocidad de infiltración es mucho mayor que varias horas después, alcanzando así su valor constante es decir su velocidad de infiltración, su determinación tiene un importante valor al estudio de las pérdidas de agua y en la selección y diseño de los sistemas de riego adecuados para un suelo. (Valverde 1998)

Para determinar la velocidad de infiltración del suelo en el lugar de estudio se utilizo un modelo de infiltración, el cual es fundamental para calcular los tiempos de riego, diseño de los sistemas de riego y los caudales a manejar en las parcelas.

Médelo de infiltración acumulada

$$I_a = 2.53 t^{0.73}$$

I_a en cm

En el centro turístico Estelí mar

Anexo 4.

Velocidad de infiltración instantánea en cm/hr.

$$V_i = 1.684 t^{-0.27}$$

El promedio de la velocidad infiltración es de 37.91 mm/hr.

Se clasifica como una velocidad de infiltración para un suelo franco arcilloso. En la tabla 9.

Se presenta el rango de permeabilidad del suelo clasificado como moderado con en un rango entre 20.32 a 63.05 mm/hr. (Ángeles. 2002)

Intensidad de aplicación de los micro aspersores artesanales fijos.

$$I_a = q/A$$

$$A =$$

I_a = intensidad de aplicación del micro aspersión.

q = gasto de los micro aspersores en lt/mit.

A = área regada por el micro aspersor.

Para un orificio de salida de 1.5 mm

$$I_a = 48.36 \text{ mm/hr.}$$

Para un orificio de 1 mm

$$I_a = 25.25 \text{ mm/hr.}$$

Para un orificio de 0.5 mm.

$$I_a = 23.12 \text{ mm/hr.}$$

En comparación la velocidad de infiltración con respecto a la intensidad de aplicación generado por los micro aspersores artesanales fijos se logra observar que con orificio de 1.5 mm la I_a es mayor que la V_i .

Podemos apreciar que la I_a para los orificios de 1 mm y 0.5 mm es menor que la velocidad de infiltración.

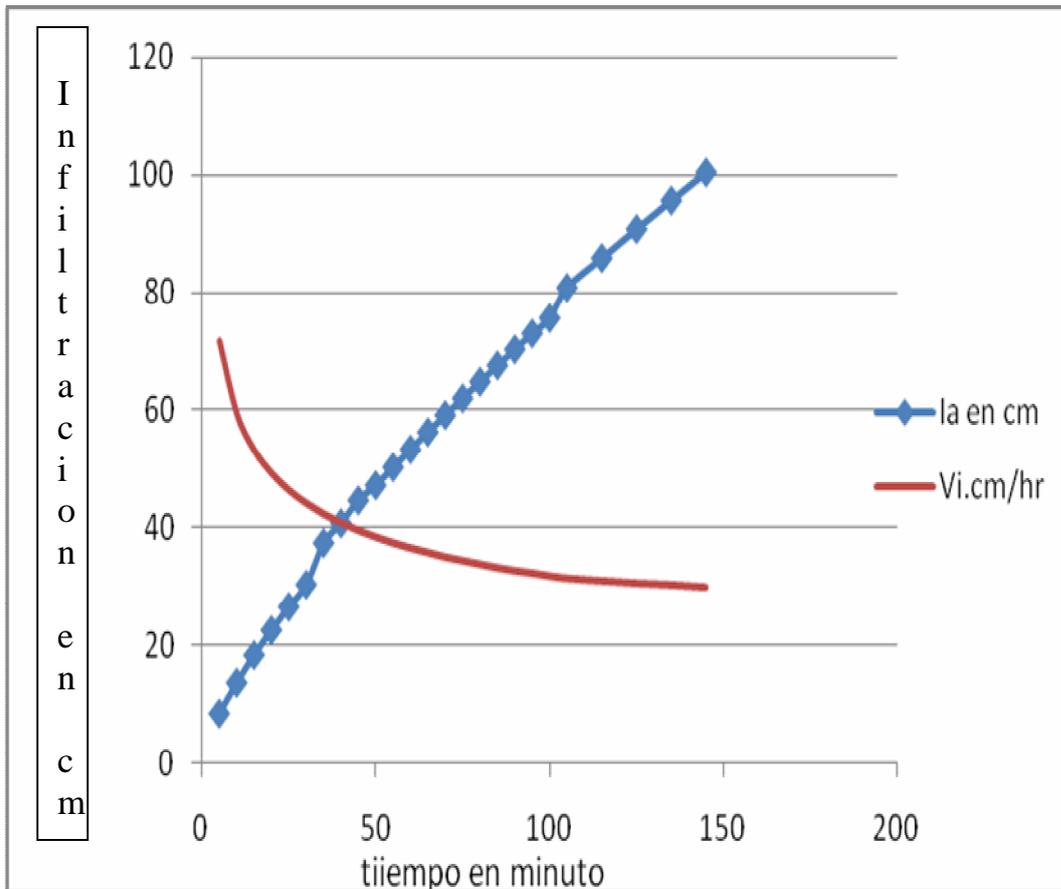
Anexo 5.

Tabla 10. Datos obtenidos de la prueba de infiltración.

tiempo en minuto	I_a en cm	V_i .cm/hr
5	8.4	71.49
10	13.6	59.29
15	18.3	53.1
20	22.54	49.17
25	26.52	46.29
30	30.3	44.1
35	37.38	42.27
40	40.73	40.77
45	44.6	39.5
50	47.16	38.4
55	50.25	37.4
60	53.28	36.55
65	56.24	35.77
70	59.14	35
75	62	34.4
80	64.8	33.8
85	67.56	33.2
90	70.28	32.7
95	73	32.3
100	75.61	31.8
105	80.8	31.42
115	85.87	31
125	90.83	30.6
135	95.7	30.3
145	100.48	29.9

Anexo 6.

Fig 1. Curva de la velocidad de infiltración de los suelos del centro turístico Estelí mar.



Anexo 7.

9.2. Riego por micro aspersión artesanal fijo

El riego por micro aspersión es un sistema que se caracteriza por aplicar agua en el terreno o en un punto específico en forma de lluvia o gotas finas, por medio de emisores llamados micro aspersores a una intensidad menor que velocidad de infiltración del suelo. Para ello se necesita presión que pueda ser prevista por una fuente de abastecimiento o por la diferencia de altura existente entre el sitio de toma y el área por regar. El agua es conducida por medio de tuberías hasta llegar a los micro aspersores, encargados de distribuir el agua en forma de lluvia fina. (Valverde 1998)

El radio de alcance de estos emisores no suele sobrepasar los 3 m. Esta considerado como la elevada presión dentro del riego localizado (de 1 a 2kg /cm. al cuadrado). Dentro del riego por micro-aspersión se puede encontrar dos tipos de emisores:

- 1 Difusores: Emisores con todos los componentes fijos.
- 2 Micro aspersores: Emisores con algún mecanismo de rotación.

Los micro aspersores de tamaño pequeño, modulares, montados sobre la misma base y conectados a los laterales mediante insertadotes (fijos y desarmables) y tubería flexible de PVC.

Los micro aspersores trabajan normalmente a presiones de 10m a 20m de columna de agua (m.c.a.), cuya presión mas frecuente es de 10m.c.a. normalmente los caudales varían de 20 a 150 l/h. No obstante todos estos valores pueden superarse y en la actualidad existe toda la gama entre el típico micro aspersor y el aspersor convencional. Otra característica importante, por que afecta las obturaciones, es el diámetro de la boquilla, comprendido entre 0.8 y 1.6mm. (CENTA 2003)

También es importante mencionar que en los micro aspersores la presión por gravedad conduce el agua de la fuente por manguera y tubos pvc hasta el fondo de una botella con orificios, la presión del agua permite que el flujo pase por los orificios formando una llovizna fina o chorros finos o aspersión. (Darás R, 2003)

Anexo 8.

9.3. Características del riego por micro aspersión artesanal fijo.

En el área húmeda que cubre cada micro aspersor anda entre 2.48m a 3m de diámetro mojado.

Los componentes del sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo son fija mejorando la eficiencia del riego

- El sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo requiere bajos caudales para su operación.

- El sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo es aplicable a huertos familiares, hortalizas, plantas aromáticas etc.

- La presión que requiere el sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo es baja que un convencional.

- Los costos de operación se reducen a diferencia de los sistemas de riego por micro aspersión convencional.

- Se adapta a topografía variada y suelo

9.4. Caudal

Los requisitos de caudal son variados y depende tanto del tipo de emisor como del tamaño del patrón de humedad requerida Ej.

Mini aspersores que tienen gasto de 100 ó 300 lts/hora

Mini aspersores que tienen gasto de 50 ó 90 lts/hora

Micro aspersores artesanales que tienen gastos de 12 lts/mito de la tubería principal.

Microjets que tienen gasto de 40 ó 70 lts/ hora

La micro aspersión convencional es un sistema de riego presurizado y como tal demanda de equipo costoso, por tanto los costos de instalación como de operación son elevados

Anexo 9.

9.5. Patrón de humedecimiento

Los micro aspersores tienen características de distribuir el agua en forma bastante uniforme esta condición permite que se disponga en el terreno sin que exista traslape dentro de sus diámetros de humedecimiento; además se pueden lograr diámetros de humedecimiento que varían de 3 a 11 mm. y eso va a depender del aumento de la presión del aumento de la boquilla y el aumento del ángulo de emisores

9.6. Los componentes esenciales de un sistema de riego por micro aspersión

Artesanal fijo son:

1. Válvula de cierre
2. Tubería Principal (manguera) de 1 pulg.
3. Sistemas de conducción de agua tubería pvc de ½ ó línea secundaria.
4. Laterales de riego ó terciarios
5. Los emisores o micro aspersores de botellas de 1.5 lts
6. codos, Te, conectores, pegamento pvc
7. fuente de abastecimiento (pila de 6m³)

9.7. Ventajas del riego por micro aspersión artesanal fijo

- Bajos costos económicos que un convencional
- Bajos costos de instalación que un convencional
- Facilidad de elaborar por el mismo productor
- El productor puede instalarlo sin mucha dificultad en cuanto a un convencional tiene que pagar un costo alto
- Ahorro de energía funciona a presiones mínimas
- Economía en agua se logra una eficiencia en la distribución del agua al momento de aplicar el riego al suelo
- Se adapta en terrenos de topografía variada
- Funciona por gravedad en cambio un convencional tiene que ser uso de energía
- Sistema fijo.

Anexo 10.

- Mayor facilidad de inspección para corregir problemas

9.8. Desventajas del riego por micro aspersión artesanal fijo

No es apto para regar parcelas más de 1mz en cuanto un convencional puede regar grandes extensiones.

- los vientos muy fuertes distorsionan el patrón de aplicación
- sujeto a daños mecánicos por seres vivos
- mayor riesgo de obturación que un convencional
- susceptible al viento en plantaciones jóvenes
- reducida duración como consecuencia de los factores naturales

9.9. Costos económicos del sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo

Como podemos mencionar este sistema de riego esta precisamente adecuado lo más para 1mz más que todo para pequeñas parcelas tales como hortalizas, huertos familiares, jardines y otros de pequeñas extensiones.

Los costos de los materiales que componen este sistema de riego son los siguientes:

Costos de materiales:

- Un rollo de manguera de 1 pulg. y media de 100 m. = C\$ 1200
- 15 rollos de manguera de media pulg. De 100 m. $C\$ 450 * 15 = C\$ 6750$
- 561 botellas de plástico de 1.5 lts. Distribuidas en 17 laterales ubicado en el lateral a una distancia de 3 m. De emisor a emisor.
- 17 tapones de media pulg. $17 * 5 = C\$ 85$.
- 561 Te de media pulg. $561 * 5 = C\$ 2805$
- Pegamento PVC C\$ 500
- 8 válvulas de cierre de media pulg. $8 * 30 = C\$ 240$.
- Costo de instalación C\$ 2000.

Costo total C\$ 13,916.

Costo total \$ 695.80

Anexo 11.

9.10. Descripción de diseño del riego por micro aspersión artesanal fijo

Para elaborarse este sistema de riego se utilizaron los siguientes materiales.

- Manguera pvc de 1 \varnothing como tubería primaria
- Tubo pvc de 1/4 \varnothing como tuberías secundaria
- Botellas plásticas de 1.5lt (aspersor)
- Codos y válvulas de cierre, te
- pegamento pvc
- agujas calibradas con un esmeril para elaborar los orificios de botella

Como podemos mencionar la distancia entre cada aspersor fue de 3m cada botella contaba con 15 orificios y lateral de 9m

Anexo 12.

9.11. Cálculos de las pérdidas de la tubería a diferentes alturas del terreno.

Perdidas en las tuberías desde la fuente de abastecimiento de agua a la primera parcela con altura de 3 metros.

$$hf_1 = (10.67/d^{4.87}) * (q/c)^{1.852} * L = (10.67/0.051^{4.87}) * (0.0002/140)^{1.852} * 20 = 0.006m$$

Perdidas en las tuberías desde la fuente de abastecimiento de agua a la primera parcela con altura de 6 metros.

$$hf_2 = (10.67/d^{4.87}) * (q/c)^{1.852} * L = (10.67/0.051^{4.87}) * (0.0002/140)^{1.852} * 50 = 0.016m$$

Perdidas en las tuberías desde la fuente de abastecimiento de agua a la primera parcela con altura de 10 metros.

$$hf_3 = (10.67/d^{4.87}) * (q/c)^{1.852} * L = (10.67/0.051^{4.87}) * (0.0002/140)^{1.852} * 80 = 0.025m$$

Pérdidas totales en la tuberías es de $hf_T = 0.047$ m

Anexo 13.

9.12. Análisis de Varianza

9.12.1 Análisis de varianza para la variable de diámetro mojado del suelo por el riego en (m.)

F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	F 5%
Bloque	3	2.71	0.90	13**	3.07
A(altura del terreno)	2	1.73	0.56	8.12**	2.92
B(orificio en las botellas)	2	0.018	0.003	0.04 NS	2.92
A*B	4	0.022	0.005	0.07 NS	3.15
Error	24	1.66	0.069		
total	35	5.54			

CV% = 5.53

Ordenamiento de medias de los niveles del factor A (altura del terreno desde la fuente de agua a la parcela a regar) en cuadro de doble entrada.

Categorías Estadísticas	medias	a ₂	a ₁	a ₃	
		2.32	2.11	1.89	Wp5%
a	2.32	0	0.21*	0.43*	0.20
b	2.11		0	0.22 **	0.19
c	1.89			0	

Anexo 14.

9.12.2. Análisis de varianza para la variable de bulbo húmedo del suelo por el riego en (cm.)

F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	F 5%
Bloque	3	5.92	1.97	11.58**	3.07
A(altura del terreno)	2	6.72	3.36	19.76**	2.92
B(orificio en las botellas)	2	0.26	0.13	0.76 NS	2.92
A*B	4	0.23	0.057	0.33 NS	3.15
Error	24	4.28	0.17		
total	35				

CV% = 8.41

Ordenamiento de medias de los niveles del factor A (altura del terreno desde la fuente de agua a la parcela a regar) en cuadro de doble entrada.

Categorías Estadísticas	medias	a₃	a₂	a₁	
		5.49	5.16	4.54	Wp5%
a	5.49	0	0.33 NS	1.93*	0.36
b	5.16		0	0.62 *	0.34
c	4.54			0	

Anexo 15.

9.12.3. Análisis de varianza para la variable gasto de agua por el riego en (lt/mit.)

F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	F 5%
Bloque	3	2.77	0.72	8.78**	3.07
A(altura del terreno)	2	21.68	10.84	132**	2.92
B(orificio en las botellas)	2	0.25	0.13	1.58 NS	2.92
A*B	4	0.03	0.0075	0.09 NS	3.15
Error	24	1.97	0.082		
total	35	26.67			

CV% = 12.18

Ordenamiento de medias de los niveles del factor A (altura del terreno desde la fuente de agua a la parcela a regar) en cuadro de doble entrada.

Categorías Estadísticas	medias	a ₃	a ₂	a ₁	
		2.78	2.76	2.02	Wp5%
a	2.78	0	0.02 NS	0.76*	0.074
b	2.76		0	0.74*	0.070
C	2.02			0	

Anexo 16

9.12.4. Análisis de varianza para la variable presión de operación para el riego en (m.c.a)

F de V	G.L	S.C	C.M	Fc	F 5%
Bloque	3	323.79	107.93	5396**	3.07
A(altura del terreno)	2	0.16	0.08	4*	2.92
B(orificio en las botellas)	2	0.03	0.015	0.75 NS	2.92
A*B	4	0.01	0.003	0.15 NS	3.15
Error	24	0.39	0.02		
total	35				

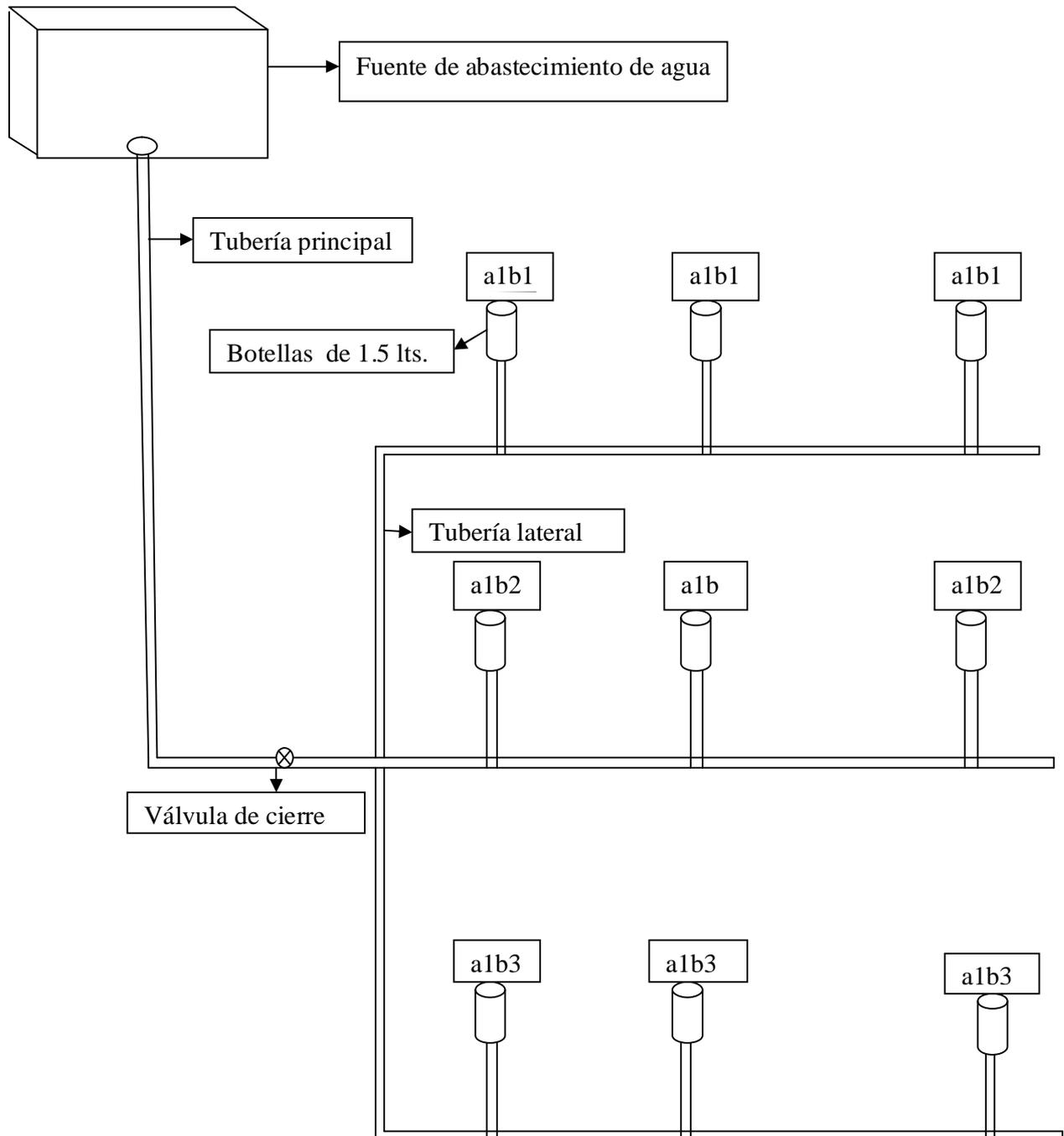
CV% = 1.98

Ordenamiento de medias de los niveles del factor A (altura del terreno desde la fuente de agua a la parcela a regar) en cuadro de doble entrada.

Categorías	medias	a ₁	a ₂	a ₃	
		6.88	6.78	6.72	Wp5%
a	6.88	0	0.10 NS	0.16*	0.12
a	6.78		0	0.06 NS	0.11
ab	6.72			0	

Anexo 17.

Fig. 2. Distribución de los orificios aplicados en las botellas por diferencia de nivel del terreno desde la fuente de abastecimiento a la parcela a regar en el sistema de riego por micro aspersión artesanal fijo



Este diseño representa a una diferencia de nivel del terreno de 3 metros desde la fuente de abastecimiento a la parcela a regar, lo misma distribución se realizo para las alturas de 6 metros y 10 metros.

Anexo 19

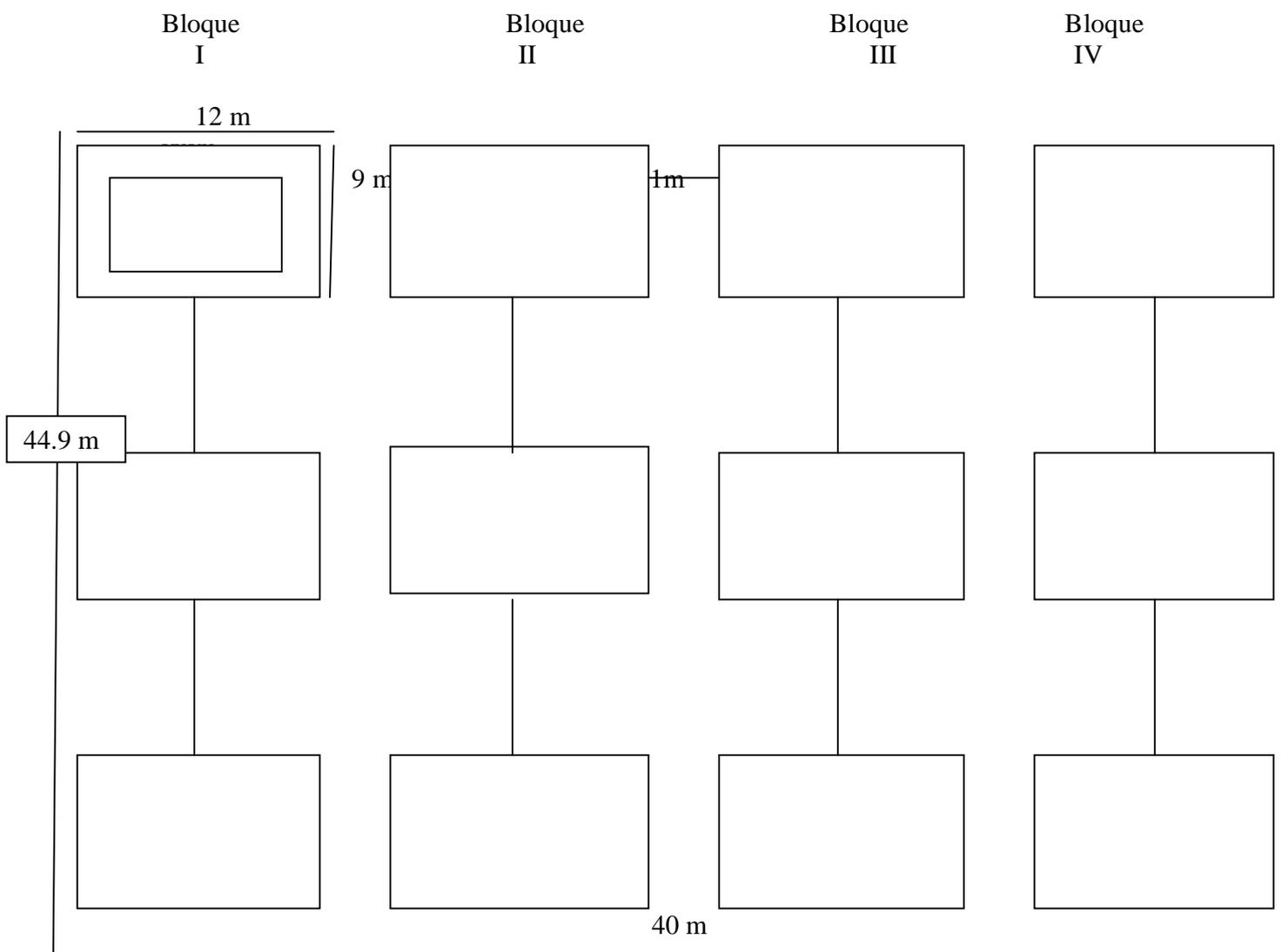
9.13. Plano de campo

Área total del experimento= 1,796 m²

Parcela experimental= 108 m²

Parcela útil = 72 m²

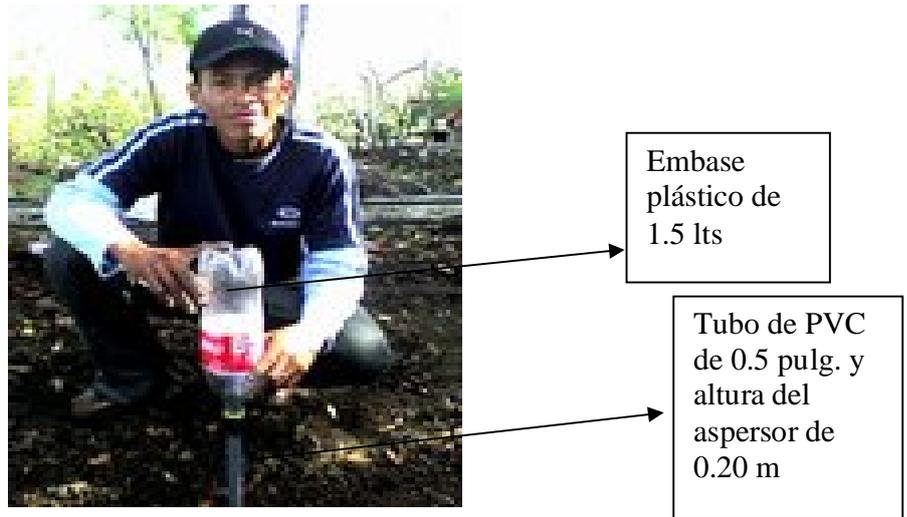
Espacio entre bloques= 1 m²



Anexo 20

9.14. Fotografías

Fotografía 1.



Instalación del sistema de riego artesanal fijo, utilizando botellas plásticas como forma de distribución de agua en cual se le realizaron en la parte superior un total de 12 orificio con diámetros de 0.5, 1, 1.5 mm con diferentes alturas de terreno.

Anexo 21.

Fotografía 2.



Embase
plástico de
1.5 lts.

Tubo de
PVC de 0.5
pulg. y altura
del aspersor
artesanal de
0.20m

Instalación del sistema de riego artesanal fijo, utilizando botellas plásticas como forma de distribución de agua en cual se le realizaron en la parte superior un total de 12 orificio con diámetros de 0.5, 1, 1.5 mm con diferentes alturas de terreno.

Anexo 22.

Fotografía 3.



Distribución del agua por botellas con orificio de 1 mm

Operación y funcionamiento del micro aspersor artesanal fijo

Anexo 23.

fotografía 4.



Medición del diámetro mojado del suelo por el micro aspersor