



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

***EFECTO DEL TIEMPO DE INMERSION EN AGUA***

***EN EL DESARROLLO RADICAL Y FOLIAR***

***DE LA GRAMÍNEA VETIVER***

***(Vetiveria zizanioides (L.) Nash)***

**Autores:**

**Br. René Salvador Detrinidad Ruiz**

**Br. René Oswaldo Carballo Palma**

**Asesor:**

**Ing. Msc. Leonardo García Centeno**

**Managua, Nicaragua, 2003**



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN VEGETAL**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

***EFECTO DEL TIEMPO DE INMERSION EN AGUA***

***EN EL DESARROLLO RADICAL Y FOLIAR***

***DE LA GRAMÍNEA VETIVER***

***( Vetiveria zizanioides (L.) Nash)***

**Autores:**

**Br. René Salvador Detrinidad Ruiz**

**Br. René Oswaldo Carballo Palma**

**Asesor:**

**Ing. Msc. Leonardo García Centeno**

**Trabajo presentado a la consideración del  
honorable tribunal examinador de la**

**FAGRO**

**Managua, Nicaragua, 2003**

## DEDICATORIA

Con mucho cariño y aprecio dedico la presente investigación a mis **Padres**, que siempre me han inculcado buenos valores para desarrollarme como ser humano.

A mi padre **René Alfonso Detrinidad Barbosa**, por ser la persona que me guió para culminar, y ser un profesional capaz y responsable, obligándome a superarme día tras día.

A mi madre **Laura Mercedes Ruiz Narváez**, por darme el ser, brindándome las mejores condiciones que un hijo puede merecer, apoyándome siempre para alcanzar y culminar mis metas.

A mis hermanos **Nellys, Iván y Martha**, por brindarme siempre su apoyo, y además por ser personas en quien puedo confiar.

A mis abuelos **Laura y Juan**, por quererme y tratarme muy bien como nieto.

A mis otros abuelitos, **Miguel** (q.e.p.d.) y **Cecilia** (q.e.p.d.), que me apoyaron en los primeros años de mi carrera.

A todos ellos les dedico este trabajo.

**René Salvador Detrinidad Ruiz**

## ***AGRADECIMIENTO***

Cinco años han pasado y pensándolo detenidamente casi no lo puedo creer, experiencias y aventuras nos han acompañado y he ido aprendiendo lo mejor de ellas. Es por eso que le doy gracias al señor mi **DIOS** por permitirme llegar y finalizar un eslabón más en mi formación como profesional.

A la **Universidad Nacional Agraria**, por cobijarme como un profesional agrario, a la **Facultad de Agronomía** y a sus profesores, que de una u otra forma me inculcaron conocimientos y valores que podré utilizar por el resto de mi vida.

A la **Cooperativa Agropecuaria “Ing. Humberto Tapia Barquero”**, por proporcionarme todo los instrumentos necesarios para desarrollar la tesis.

Al **Ing. Leonardo García Centeno**, por brindarme su apoyo y asesoría en la investigación.

Al **Ing. Bismark Mendoza**, por ayudarme a realizar correcciones en el trabajo.

A todos mis compañeros de estudios, que a través de los años me apoyaron para ir creciendo y desarrollarme como profesional.

A todos ellos mis más sinceras gracias.

**René Salvador Detrinidad Ruiz**

## DEDICATORIA

Dedico éste trabajo primeramente a **Dios**, que me ha dado fuerzas y esperanzas en mi preparación tanto profesional como persona; dedico también éste esfuerzo a mis padres **Miriam Palma y Luis Carballo**, a mis hermanos y hermanas **Luis, William, Mirna, Patricia, Mariana, Javier, Osman, Carlos, Suyen**, que me alentaron en mis estudios de toda mi vida, y a todas las personas que siempre han estado cerca de mí y que me dieron su valioso apoyo para poder cumplir con ésta meta.

Quiero dedicar éste logro a todos mis amigos (as), y también a la persona que ayudó a cambiar mi vida, que me abrió los ojos y me ayudó a razonar con responsabilidad, gracias T', a todos ellos que siempre tuvieron confianza en mí. Al **Ing. René D´trinidad Barbosa**, que me brindó cien por ciento su ayuda y que gracias a él en conjunto con su familia, tuve ésta oportunidad de llevar a cabo la preparación de éste trabajo.

Finalmente quiero dedicar de manera muy especial éste laborioso trabajo, a mi muy apreciado hermano y modelo a seguir como lo fue **José Ramón Carballo Palma** (q.e.p.d.), que lo tiene nuestro señor **Jesucristo** en la tranquilidad de su lecho.

**René Oswaldo Carballo Palma.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco primeramente a mis padres por ayudarme tanto moral como económicamente, al **Ing. René D´trinidad Barbosa**, por brindarme su apoyo desde un inicio de la elaboración de éste trabajo. También a nuestro asesor **Ing. Msc. Leonardo García**, por guiarnos y darnos su apoyo total en la realización del presente estudio. Agradezco también a Los docentes de la Universidad Nacional Agraria, que dieron lo mejor para educarnos, a los docentes que nos facilitaron los instrumentos del laboratorio de suelo, a Doña **Cornelia** y al **Ing. Bismark Mendoza**.

Le agradezco a todos las personas que laboran en la Cooperativa Ing. Humberto Tapia Barquero, por brindarnos su ayuda con el trabajo realizado en la Finca “**Chelol**”. A todos los docentes que nos facilitaron documentación, información y tiempo para ayudarnos a salir adelante con éste trabajo de diploma.

A mis compañeros de estudios universitarios **Erick Escoto, Ernesto Chavarría, Justo Castro, René D´trinidad, Diana Díaz, Olga Gutiérrez, Erwin Barquero, Glenn Arnesto, Raúl Gutiérrez, Danny Guadamuz, Horacio Guevara** y todos los que compartieron conmigo aprendizajes en la Universidad Nacional Agraria, así como docentes que nos incitaron a ser buenos profesionales.

**René Oswaldo Carballo Palma.**

## INDICE GENERAL

<b>Sección</b>	<b>Páginas</b>
INDICE DE TABLAS	i
INDICE DE FIGURAS	ii
INDICE DE ANEXOS	iii
RESUMEN	iv
I. Introducción	1
II. Objetivo general	3
2.1 Objetivos específicos	3
III. Revisión de literatura	4
3.1 Origen y dispersión	4
3.2 Botánica	5
3.2.1 Taxonomía	5
3.2.2 Descripción botánica	5
3.2.3 Ecología	7
3.2.4 Propagación	7
3.2.4.1 Propagación sexual	7
3.2.4.2 Propagación asexual	8
3.2.5 Aspectos fitosanitarios	11
3.2.6 Rendimientos	11
3.2.7 Años de vida	11
3.3 Usos de vetiver	12
3.3.1 Uso de cerca viva	12
3.3.2 Material de construcción	12
3.3.3 En la perfumería	12
3.3.4 Como medicina natural	12
3.3.5 En la producción animal	13
3.3.6 Usado como Mulch o cobertura	13
3.3.7 Elaboración de artesanías	13
3.3.8 Otros usos de la planta	13
3.4 Experiencias desarrolladas	14

IV. Materiales y Métodos	16
4.1 Localización del experimento	16
4.2 Características edafoclimáticas	16
4.3 Diseño experimental	18
4.4 Variables evaluadas	19
4.4.1 Partes aéreas	19
4.4.2 Raíces	19
4.5 Análisis estadísticos	19
V. Resultados y Discusión	20
5.1 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre el peso húmedo del área foliar	20
5.2 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre el peso seco del área foliar	21
5.3 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre longitud foliar	22
5.4 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre el peso húmedo del sistema radicular	23
5.5 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre el peso seco del sistema radicular	24
5.6 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre longitud del sistema radicular	25
5.7 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre la formación de vástagos	26
5.8 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre la mortalidad de vástagos	27
VI. Análisis de Costos	28
VII. Conclusiones	33
VIII. Recomendaciones	34
IX. Bibliografía	35
X. Literatura adicional	36
XI. Anexos	37



## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla</b>	<b>Página</b>
1. Análisis químico y físico del suelo utilizado como sustrato para enraizamiento de los vástagos de vetiver	16
2. Características físicas y químicas del agua utilizada para la inmersión de vástagos de vetiver	17
3. Tratamientos evaluados	18
4. Promedios para la variable peso húmedo (g) del área foliar por planta, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.	20
5. Promedios para la variable Longitud foliar (cm) por planta, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.	22
6. Promedios para la variable peso húmedo del sistema radical (g) por planta, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.	23
7. Promedios para la variable Longitud del sistema radical (cm) por planta, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.	25
8. Promedios para la variable Formación de vástagos, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003	26
9. Porcentaje de Mortalidad de vástagos de vetiver a los 75 dds, en 5 periodos de inmersión en agua, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.	27
10. Costos de vivero de vetiver para establecer una hectárea en conservación de suelo. (Costo de técnica de inmersión)	30
11. Costos de vivero de vetiver para establecer una hectárea en conservación de suelo. (Costos de técnica tradicional)	31
12. Comparación de Rendimientos y Costos	32

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Características descriptivas de vetiver ( <u>Vetiveria zizanioides</u> (L.) Nash)	6
2. Medias de peso seco (g) del área foliar a los 75 dds en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.	21
3. Promedios de peso seco (g) del sistema radical por planta a los 75 dds, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.	24

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
1. Vástagos de vetiver (Fotos 1, 2, 3)	37
2. Problemas causados por erosión (Pista Sub urbana, Managua, Nicaragua) (Fotos 4, 5)	37
3. Vetiver en Bio ingeniería (Pista Sub urbana, Managua, Nicaragua) (Fotos 6, 7, 8)	37
4. Vetiver en protección de taludes (Fotos 9, 10)	38
5. Viveros de vetiver (Fotos 11, 12, 13)	38
6. Elaboración de artesanías con vetiver (Fotos 14, 15, 16)	38
7. Alimentación animal con vetiver (Fotos 17, 18, 19)	39
8. Elaboración de ranchos con follaje de vetiver (Fotos 20, 21, 22)	39
9. Té elaborado con follaje de vetiver (Foto 23)	39

## RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló en la finca CHELOL, sede del Centro Nacional de Vetiver, propiedad de la Cooperativa Agropecuaria “Ing. Humberto Tapia Barquero”, ubicado en el Municipio de Jinotepe, Carazo, en el período comprendido del 12 de enero al 21 de abril del año 2003. Se evaluó el efecto del tiempo de inmersión en agua en el desarrollo foliar y radical en vástagos de la gramínea vetiver con un testigo. El objetivo es generar información tecnológica que favorezca el prendimiento y desarrollo de vástagos de esta gramínea, para ser establecidos como barrera viva en acciones de conservación de suelo y agua. Se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA) con seis tratamientos de treinta observaciones cada uno. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos, sobresaliendo, con respecto a velocidad de crecimiento radical y peso del área foliar, velocidad de crecimiento radical y mortalidad de vástagos, eficiencia y beneficios económicos, el tratamiento de inmersión de vástagos de vetiver durante cuarenta y ocho horas. En términos generales, el prendimiento de los vástagos en los tratamientos con inmersión en agua fueron superiores comparado al testigo en el que se aplicó la técnica tradicional.

## I. INTRODUCCIÓN

Los suelos de la zona costera del Pacífico de Nicaragua, han sufrido un proceso acelerado de degradación debido a la acción de agentes climáticos como el viento y la lluvia, lo cual provoca que la capa de suelo más fértil sea removida de la superficie de la tierra y se pierda. Uno de los factores que más contribuye a la erosión de los suelos es la ausencia de una cubierta vegetal, que contrarreste los efectos de los agentes climáticos causantes de la misma, que se acentúa por efectos del despale indiscriminado y la agricultura migratoria que no permite que se implementen prácticas que favorezcan la recuperación de los suelos (Proyecto Vetiver, 1999).

Como consecuencia de la erosión, se ha visto disminuida la capacidad productiva de los suelos, lo que se corresponde con la poca capacidad de infiltración, retención de humedad y la baja fertilidad. Lo anterior obliga al campesino a extender la frontera agrícola en busca de tierras más fértiles y a abandonar las tierras degradadas, quedando estas limitadas al desarrollo de actividades pecuarias (Proyecto Vetiver, 1999).

Debido a que entre los agricultores no existe una cultura de manejo de suelo y que es difícil para ellos cuantificar la pérdida del mismo así como el impacto sobre la productividad en los sistemas productivos, es que el problema persiste y se agrava por efectos de la contaminación de otros recursos (Proyecto Vetiver, 1999).

El vetiver reúne los requisitos de una tecnología vegetativa de largo plazo y bajo costo para la conservación de suelo y humedad. El número de usuarios de vetiver a nivel mundial que apoyan la inclusión de esta tecnología como parte de prácticas campesinas es cada vez mayor (Proyecto Vetiver, 1999).

Las experiencias muestran buenos resultados del empleo de vetiver como barrera viva para la conservación y recuperación de los suelos, donde se han desarrollado actividades agrícolas que demandan grandes cantidades de nitrógeno y fósforo como ajonjolí, tomate y otros cultivos (Proyecto Vetiver, 1999).

No obstante, aún y con todas estas características del vetiver para detener la erosión, éste presenta algunas dificultades como la mortalidad de vástagos, principalmente al momento de establecerlo en el terreno a proteger, por lo que se investigaron algunas condiciones favorables que pueden brindarse a la planta para que ésta se desarrolle con vigor (Proyecto Vetiver, 1999).

Como se mencionó anteriormente, esta planta se reproduce por vástagos, renuevos ó hijuelos obtenidos de macollas previamente extraídas del terreno, posteriormente son plantados en lugares afectados por pérdidas de sustrato, en los que un porcentaje de estos vástagos sucumben debido a fenómenos climatológicos. Es común que hasta un 40 % de los vástagos plantados no llegan a completar su ciclo de vida, sobre todo debido a períodos prolongados de sequía (La Red Latinoamericana del Vetiver, 1999).

Debido a lo anterior, la presente investigación estuvo dirigida a brindarle condiciones a los vástagos, en función de estimular su rápido desarrollo y fortalecer las características que les permitan resistir las dificultades edafoclimáticas de las zonas en los terrenos a proteger.

Se estudió con bastante énfasis el efecto que tienen las condiciones de humedad sobre los vástagos de vetiver previo al trasplante, analizando sus respuestas con relación al desarrollo foliar y radical, considerando que este último es el principal aspecto por medio del cual el vetiver previene el efecto devastador que tiene la erosión al amarrar con bastante firmeza el sustrato suelo (Proyecto Vetiver, 1999).

Este estudio realizado con vetiver (Vetiveria zizanioides (L.) Nash) ha sido la primera experiencia a nivel nacional en la que se ha evaluado el efecto del agua en vástagos de esta planta y fue propuesta por organismos y agricultores de la zona que trabajan en acciones de conservación de suelo y agua, con el propósito de reducir la mortalidad de vástagos y acelerar su desarrollo una vez establecido en el campo.

## **II Objetivo General**

Generar información tecnológica que favorezca el prendimiento y el desarrollo de vástagos de vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash), para ser establecido como barrera viva en acciones de conservación de suelo y agua.

### **2.1 Objetivos Específicos.**

1. Determinar peso húmedo y crecimiento del área foliar de vástagos de vetiver con tratamiento de inmersión en agua.
2. Determinar peso húmedo y crecimiento del área radical de vástagos de vetiver con tratamiento de inmersión en agua
3. Determinar formación de renuevos, prendimiento y mortalidad de vástagos de vetiver con tratamiento de inmersión en agua.
4. Determinar y comparar costos económicos entre los tratamientos a evaluar.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

Uno de los problemas con el cual se lucha constantemente en el campo es la pérdida del sustrato suelo causado por erosión (hídrica y eólica). En el afán de encontrarle solución a esta problemática, el uso de prácticas de conservación de suelos es importante y en ellas las barreras vivas juegan un rol muy relevante. Se ha encontrado que el uso de vetiver ha demostrado resultados alentadores a nivel nacional así como de otros países en el mundo (Proyecto Vetiver, 1999).

La planta vetiver se reproduce mediante vástagos, renuevos o bulbos; sin embargo, se han encontrado algunas dificultades para su masificación, debido a los bajos porcentajes de prendimiento del material sembrado, Por lo anterior se torna de gran necesidad efectuar pruebas que estimulen un mayor prendimiento y desarrollo del material vegetativo a establecer. En este marco, algunas prácticas como el uso de agua para estimular el desarrollo radical primario, han sido acciones promisorias que han dado pautas para mejorar los resultados en la preservación del suelo utilizando esta gramínea (Proyecto Vetiver, 1999).

#### 3.1 Origen y dispersión

El vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) es una planta cuyo origen se localiza en las planicies inundables del norte de la India, Bangla Desh y Birmania. Se han reconocido dos cultivares principales: el silvestre, del norte de la India, que florece y produce semillas viables cuando se encuentra en su hábitat natural, que se corresponde con zonas pantanosas y riveras de los cursos de agua; y el domesticado, del Sur de la India, que ha sido seleccionado para la producción de aceite y aunque florece, su semilla no es viable. Este último es el que se ha difundido por todo el mundo tropical y sub-tropical (Rodríguez, 1997).



## **3.2 Botánica**

### **3.2.1 Taxonomía**

De las diez especies de gramíneas ordinarias y perennes que se encuentran en las regiones tropicales del Viejo Mundo y que pertenecen a la familia Poaceae, la Vetiveria zizanioides ha demostrado ser ideal para la conservación de suelo y humedad.

#### *Sistemática del Vetiver*

Reino: Vegetal  
Clase: Angiosperma  
Subclase: Monocotiledónea  
Familia: Gramínea  
Género: Vetiveria  
Especie: zizanioides

### **3.2.2. Descripción botánica**

La inflorescencia de Vetiveria zizanioides está formada por numerosos racimos delgados y verticilados en un eje largo. La panícula crece entre 15 y 40 cm de largo y es de color rosado a púrpura. Es una planta perenne cuyo hábito de crecimiento es en forma de macollas erectas con un porte de 150 a 200 cm de altura. Sus raíces son fibrosas, de aspecto esponjoso y masivo, no tiene estolones y sus rizomas son gruesos y no invasores, las mismas pueden alcanzar más de tres metros de profundidad. Las cañas tienen entre 0.5 y 1.5 m de altura, son fuertes y lignificadas formando una especie de empalizada impenetrable que lo hace especialmente apto como barrera viva. Sus hojas promedian unos 75 cm de largo y de 0.5 a 1 cm de ancho, de color verde oscuro y brillante, siendo suaves hacia las puntas pero firmes y fuertes hacia su base. Se propaga por división de raíces, esquejes, vástagos o renuevos (Rodríguez, 1997).

*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash, es una gramínea perenne de tupidos penachos, carente de aristas, resistente y glabra, que se reproduce con dificultad y se considera estéril fuera de su hábitat natural. Sus principales características (figura 1) son que no tiene rizomas ni estolones y se propaga mediante divisiones radicales o haces enraizados. La planta crece en grandes macollas a partir de una masa radical muy ramificada y "esponjosa" (ilustración A) y sus tallos erguidos alcanzan una altura de entre 0.5 y 1.5 metros (B). Las hojas son relativamente rígidas, largas y angostas tienen hasta 75 centímetros de largo y no más de 8 milímetros de ancho y, aunque lisas, sus bordes son "ásperos hacia abajo". La gluma inferior es muriculada. La panícula tiene entre 15 y 40 centímetros de largo (C); los nudos y pedicelos son lisos. Las espiguillas son angostas, agudas, apretadas y sin aristas (D). Una de las espiguillas es sécil, hermafrodita y algo aplastada lateralmente con espinas cortas y agudas. Tiene un callo liso, tres estambres y dos estigmas plumosos. La otra espiguilla tiene pedicelo y estambre. Algunas formas cultivadas rara vez florecen (Banco Mundial, 1995).

**FIGURA 1** Características descriptivas de vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash)



### 3.2.3 Ecología

Tanto xerófita como hidrófita, la especie *Vetiveria zizanioides* es capaz de soportar sequías extremas debido al alto contenido de sal de la savia de sus hojas, así como inundaciones por largos períodos (se han comprobado hasta 45 días en el terreno). Resiste una variación de pH excepcionalmente amplia; es capaz de crecer en cualquier tipo de suelo con prescindencia de la fertilidad de éste y se ha comprobado que no la afectan las temperaturas de hasta  $-9^{\circ}$  Celsius (Banco Mundial, 1995).

El vetiver es una planta de amplia adaptabilidad a diversas condiciones de suelo y clima. Se ha reportado sobreviviendo en condiciones de aridez hasta condiciones de clima muy húmedo. Respecto a la temperatura, logra soportar heladas, aunque no muy prolongadas, reportándose temperaturas de  $-15$  y  $40^{\circ}$  Celsius como mínimas y máximas, respectivamente. Se ha encontrado a altitudes mayores de los 2000 msnm en condiciones tropicales. En cuanto a los suelos, éstos pueden variar desde livianos ó arenosos, característicos de los bancos de ríos, hasta suelos pesados o arcillosos como los vertisoles en muchas áreas de la India y que también abundan en las sabanas inundables de Venezuela. (Rodríguez, 1997).

Se han realizados pruebas en invernaderos sometiendo plantas de vetiver a condiciones extremas de acidez, salinidad y alcalinidad, concluyendo que el vetiver puede usarse en suelos moderadamente salinos a muy salinos, una tolerancia moderadamente alta a niveles de sodio (PSI 33 %) y alta a la alcalinidad (pH 9.6), e igualmente una tolerancia alta a la acidez (pH 3.8 y 68 % de saturación de aluminio) si es suplido con adecuado niveles de fósforo y nitrógeno (Rodríguez, 1997).

### 3.2.4 Propagación

#### 3.2.4.1 Propagación sexual

*Vetiveria zizanioides* no produce semillas que germinan en condiciones normales del terreno. Otras especies de vetiver, como *Vetiveria nigrítana* (originaria de Nigeria), sí producen semillas, pero es fácil controlar las plántulas ó vástagos, evitando así convertirse en una planta invasora (Banco Mundial, 1995).

Hay dos cultivares de vetiver: el del norte y el del sur de la India. El cultivar del norte florece y produce semilla fértil. El cultivar del sur algunas veces florece pero no produce semilla viable (Rodríguez, 1997).

Se pueden encontrar plantas con semilla fértil, pero no se recomienda su utilización, porque se corre el riesgo de crear tipos con potencial invasor. En Nicaragua no se tienen reportes de vetiver invasor que produzca semillas viables (Proyecto Vetiver, 1999).

#### **3.2.4.2 Propagación asexual**

La forma más sencilla de propagar el vetiver es mediante la separación de vástagos o renuevos (hijos) de macollas previamente extraídas del terreno. Las raíces son cortadas entre 5 y 10 cm de largo y las hojas entre 15 y 20 cm. Los renuevos son separados en grupos o cepas de dos o tres hijos si existe material suficiente. Cuando no hay material suficiente, es mejor sembrar menos renuevos o hijos por punto de siembra e ir aumentando la cifra en años posteriores. El objetivo principal debe ser el de establecer buenos setos que funcionen como barrera desde el principio. Es preferible usar tres renuevos por punto, pudiendo ser menos en terrenos planos con suelos y humedad óptimos (Rodríguez, 1997).

En Tailandia, se ha demostrado que la inmersión en agua antes de la siembra favorece el enraizamiento y mejora las posibilidades de sobrevivencia de las plantas. Esta práctica podría mejorar la sobrevivencia de los vástagos, aunque su aplicación en siembras grandes, por razones de logística, se torna un poco difícil. Si esto no es posible es muy importante minimizar el tiempo entre el arranque y la siembra, conservando durante este tiempo las plantas húmedas y a la sombra (Rodríguez, 1997).

Usualmente se establecen viveros o áreas de propagación para contar con la cantidad de material necesario para desarrollar proyectos a nivel de finca, comunidad o cuenca hidrográfica. Su tamaño estará en función de los requerimientos de plantas a ser sembradas y su ubicación debe facilitar su traslado al campo (Rodríguez, 1997).

En el vivero, siembra directa, luego de preparar el terreno en forma similar a la realizada para otros cultivos, se colocan las plantas en cuadrícula a una distancia entre 40 y 50 cm de separación, y se dejan los callejones necesarios para realizar las labores de mantenimiento y cosecha (Rodríguez, 1997).

La siembra debe realizarse a inicios del ciclo de lluvias, si no se cuenta con sistema de riego, y puede empezar a realizarse la cosecha de material a partir de los 6 meses, momento en que cada macolla debe presentar entre 30 y 60 renuevos (Rodríguez, 1997).

Los cuidados en el vivero deben considerar la eliminación de malezas, especialmente en los primeros estadios de crecimiento del vetiver en los que este no es competitivo frente a malezas de mayor agresividad. La poda debe realizarse a unos 40 cm de altura lo que estimula la emisión de brotes en la macolla. De 10 a 20 g de fertilizante fórmula completa pueden ser aplicados por macolla al mes de la siembra. En suelos con deficiencias de fósforo es importante suplirlo oportunamente (Rodríguez, 1997).

El establecimiento de las hileras de vetiver en los sitios donde se requiere controlar erosión, conservar agua, estabilizar taludes, proteger estructuras u otras aplicaciones, el espaciamiento entre plantas es de 10 a 15 cm en hileras simples. El número de renuevos o hijos por punto debe ser de uno a tres o al menos en suelos sin limitaciones y con una adecuada suplencia de humedad. Esto asegura que la barrera cierre en corto tiempo y cumpla su función protectora con eficiencia. Durante el período de establecimiento deben realizarse labores de limpieza y de reemplazo de plantas por fallas en el prendimiento, el arraigue, aunque la estrategia principal, es asegurar desde el principio el establecimiento de la barrera (Rodríguez, 1997).

Esto se logra si:

- \* La siembra se realiza cuando hay humedad suficiente en el suelo y se espera que esta condición se mantenga por unos dos meses a partir del momento de la siembra.
- \* No se siembra material viejo y seco. Solamente se debe utilizar macollas verdes y de aspecto sano y vigoroso.
- \* Se asegura que las plantas están sembradas correctamente, con la corona bajo la tierra y el suelo bien compactado alrededor de ella.

Si se considera necesario un establecimiento más rápido, como puede ser el caso cuando se requiere proteger infraestructuras (camino, casas, estanques, etc.) donde la inversión justifica el mayor costo y existen las posibilidades, puede también aplicarse riego y fertilización, los cuales promoverán un desarrollo más acelerado. Al igual que en el vivero, las podas estimularán la emisión de brotes laterales. Una vez establecidas las barreras, éstas requerirán de un mantenimiento mínimo (Rodríguez, 1997).

El vetiver también puede propagarse en contenedores o bolsas de polietileno. Las plantas producidas en bolsas tendrán un mayor costo pero en aquellos casos en que se requiere un rápido y efectivo establecimiento de las barreras de vetiver, este será asegurado por plantas de buena calidad y en plenas condiciones para adaptarse a sitios de difícil arraigue como son los cortes y rellenos, donde el suelo o substrato es de muy baja calidad. Si la bolsa es grande (15-20 cm de diámetro) permitirá la formación de macollas listas para conformar una barrera en el campo o como material de propagación. En bolsas pequeñas (5-10 cm de diámetro) se produce material de transplante que se establece con mayor rapidez en el campo con un alto porcentaje de sobrevivencia (Rodríguez, 1997).

El tiempo adecuado entre siembra en la bolsa y transplante al campo no debe ser mayor de tres meses para evitar gastos innecesarios de espacio de vivero, riego y labores de mantenimiento. Todas las labores de mantenimiento mencionadas para el vivero a campo abierto son válidas para la producción de plantas de vetiver en bolsas (Rodríguez, 1997).

Técnicas más especializadas de propagación, como el cultivo de tejidos o la propagación de esquejes en camas de propagación con neblina, pueden ser utilizadas cuando se trate de cultivares con muy poco material disponible para la reproducción, para la realización de estudios fisiológicos y nutricionales a nivel experimental y en proyectos de gran envergadura donde se requiera de un plan masivo de propagación (Rodríguez, 1997).

Con un diseño de siembra en surcos de 50 cm de ancho por 50 cm de largo (50 x 50) se obtendría una población de 40.000 plantas por hectárea. Si su producción se fija en 40 renuevos por macolla se obtendrían cerca de un millón seis cientos mil renuevos para transplante por hectárea. En condiciones óptimas se pueden realizar hasta tres cosechas por año. Esto cuando la plantación es con fines de reproducción, cuando las plantaciones son para conservación de suelo en laderas se recomienda 5 plantas por metro lineal, que equivale a 2357 plantas por hectárea (Proyecto Vetiver, 1999).

### **3.2.5 Aspectos Fitosanitarios**

Generalmente, vetiver es resistente a plagas y enfermedades. La gramínea parece ser susceptible a enfermedades cuando es débil y no crece bien, principalmente, en suelos poco profundos y de condiciones de sequía extrema. Bajo estas condiciones pueden presentarse ataques de hongo en la raíz. En zonas semiáridas las termitas pueden ser problema cuando hacen nidos en las barreras, atraídas por las partes secas de las plantas. Si el ataque es muy severo, los montículos construidos por las termitas pueden sofocar al vetiver. Bajo estas condiciones la quema anual de las barreras de vetiver reducirá la incidencia de daños por la eliminación de materia muerta de la planta (La red latinoamericana de vetiver, 2001a).

### **3.2.6. Rendimientos**

- Aceite Aromático: 1.0 - 1.5% peso seco de raíz.
- Follaje: Bajo condiciones fértiles y húmedas, el rendimiento de follaje puede ser hasta de 100 toneladas por ha (peso verde). Normalmente es de 15 - 30 toneladas por ha (La red latinoamericana de vetiver, 2001a).

### **3.2.7 Años de Vida**

Vetiver vive por largo tiempo, se conoce de plantaciones de aproximadamente 60 años de edad en Zambia – África (La red latinoamericana de vetiver, 2001a).

### **3.3 Usos del vetiver**

#### **3.3.1 Uso como cerca viva**

El vetiver es aceptado en algunos casos por las autoridades locales como delimitación legal de linderos en parcelas. Su carácter permanente y no invasor lo destacan como planta útil para este propósito. Cuando las parcelas de los agricultores son muy pequeñas, se recomienda su uso solo en los perímetros de las mismas. Aún en esta disposición estará ejerciendo su rol de barrera viva controlando la erosión y como cortina rompe viento (Rodríguez, 1997).

#### **3.3.2. Material de construcción**

El vetiver es usado en zonas rurales como material para fabricar techos y paredes, como relleno para colchones y en la elaboración de persianas que se dice tienen un efecto refrescante al humedecerlas y pasar el aire a través de las mismas en zonas áridas y semiáridas (Rodríguez, 1997).

#### **3.3.3 En la perfumería**

Uno de los usos más tradicionales y antiguos del vetiver es la extracción de aceites aromáticos de sus raíces, mediante procesos de destilación con vapor, estos son aceites esenciales que conforman una materia prima básica para la elaboración de diversos perfumes y productos cosméticos. El rendimiento es de 1 a 1.5 % del peso seco de las raíces. El rendimiento de raíces frescas es de hasta 3 toneladas por hectárea y el momento ideal de cosecha es entre los 18 y 24 meses de edad de las plantas (Rodríguez, 1997).

#### **3.3.4 Como medicina natural**

Las infusiones de hoja de vetiver tienen aplicaciones en la medicina casera. Es utilizado como calmante de los nervios e insomnios. Sus fricciones son beneficiosas para el cuidado de la piel. Mezclado con otras hierbas medicinales es útil para bajar fiebre y combatir la debilidad (Rodríguez, 1997).



### **3.3.5 En la producción animal**

Las hojas frescas con 40 días máximos entre cortes, pueden ser consumidas por el ganado vacuno y otros rumiantes, siendo su valor nutritivo similar al de otros pastos. Cuando las hojas están maduras son de menor palatabilidad y valor nutritivo con un alto contenido de sílice. Estas deben ser procesadas y mezcladas con otros componentes como melaza, harina de yuca y urea produciéndose un ensilaje de calidad aceptable. Las hojas de vetiver pueden ser usadas como cama para animales en estabulación (Banco Mundial, 1995).

### **3.3.6 Usado como Mulch o cobertura**

El uso de coberturas en el suelo ayuda a controlar la erosión, protegiendo la superficie del impacto de las gotas de lluvia, y a reducir las pérdidas de agua por evaporación, al disminuir la temperatura en la superficie del suelo y obstruir la continuidad capilar, impidiendo que el agua retenida en el suelo pase muy rápidamente a la atmósfera. Entre otras ventajas o beneficios que aportan las coberturas están las de disminuir la incidencia de malezas y aportar materia orgánica y nutrimentos al suelo. El vetiver, en comparación con otros materiales vegetales usados como cobertura, presenta la ventaja de no convertirse en maleza y de permanecer en el sitio en forma prolongada (La red latinoamericana de vetiver, 2001a).

### **3.3.7 Elaboración de artesanías**

El vetiver es utilizado como material para hacer sombreros, cestas, abanicos, tapices y una gran variedad de ornamentos y piezas utilitarias (Rodríguez, 1997).

### **3.3.8 Otros usos de la planta**

Otros usos probados o en fase de experimentación han sido mencionados, tales como bordes de carreteras y jardines, como planta ornamental, preservantes y odorizantes para ropa almacenada, como pulpa de papel, confección de brochas con las raíces, substrato para la producción de hongos, combustible renovable y como material para producir compost (La red latinoamericana de vetiver, 2001a).

### **3.4 Experiencias desarrolladas**

En Nicaragua se han realizado trabajos de Bioingeniería y de Conservación de suelo y agua utilizando vetiver; estos trabajos, implementados por la Cooperativa Agropecuaria “Ing. Humberto Tapia Barquero” en conjunto con el Instituto de desarrollo Rural (IDR) (noviembre 2001), consistieron en plantar vetiver en los taludes de la pista Suburbana, aledaña al Barrio San Judas, en la parte Sur-occidental de Managua. El vetiver fue plantado en curvas a nivel y se obtuvieron resultados satisfactorios (Proyecto Vetiver, 1999).

En el Departamento de Carazo, la Cooperativa Agropecuaria “Ing. Humberto Tapia Barquero” administrando el Proyecto “Conservando el suelo y agua de Carazo con Vetiver” (2000–2002), distribuyó vetiver a las distintas comunidades del departamento de Carazo, con el objetivo de proteger los suelos en este departamento; asimismo el follaje de la gramínea fue utilizada para la elaboración de artesanías, construcción de ranchos y elaboración de medicina natural en forma de té en bolsitas en las comunidades rurales del departamento.

En Venezuela se ha establecido vetiver para el control de erosión, especialmente en carreteras y áreas urbanizadas en zonas de alta pendiente. Se estabilizaron algunos taludes en autopistas que fueron de buena difusión para la tecnología (La red latinoamericana de vetiver, 1999).

En la República de Panamá se realizaron obras y programas de conservación de suelo en las áreas de la Cuenca del Canal y en las tierras altas de la provincia de Chiriquí, fronterizo con Costa Rica, donde los resultados con el uso de vetiver fueron alentadores (La red latinoamericana de vetiver, 2001b).

En Perú, el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF), en 1997 implementó la conservación de los recursos naturales en la amazonía peruana, especialmente con énfasis de la difusión de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelo; estas prácticas se centraron en la agroforestería, la utilización adecuadas de abonos y la siembra en curvas en contorno de las laderas de cultivos y barreras vivas con vetiver (La red latinoamericana de vetiver, 2001b).

La gramínea vetiver puede ser usada para fortalecer estructuralmente terraplenes, líneas de drenaje, caminos, canales controladores, etc. Hay evidencias en todo el mundo que respaldan el uso de vetiver para la estabilización de este tipo de estructuras. Ha sido utilizado con éxito en Malasia, India, Sudáfrica, Indias Occidentales y Brasil en la estabilización de los márgenes de carreteras (La red latinoamericana de vetiver, 2001b).

El vetiver ha sido utilizado junto con aplicaciones geotécnicas para la estabilización de terraplenes en Nepal. Ha sido probado con éxito en la estabilización de desechos de minas de oro en Sudáfrica. También ha sido utilizado para estabilizar represas de inundación, de ríos y canales en Bangla Desh. Por su gran fuerza y capacidad para absorber sacudidas, el vetiver tiene potencial en la estabilización de las riberas de canales contra la fuerza y el choque de los barcos, de ahí que la Comisión del Canal de Panamá muestre interés en la aplicación de vetiver en el Canal. Es también utilizado de manera efectiva en la estabilización de canales de irrigación (La red latinoamericana de vetiver, 1999).

La Vetiver Network ha recibido reportes positivos del uso de vetiver para reducir la erosión en vertederos de pequeñas presas en Zimbabwe, arroyos en Fiji y canales de drenaje en Guatemala, Sudáfrica, Malasia y Nepal. Se han recibido reportes más recientes de que el vetiver está siendo usado para la protección de terrenos de construcción localizados en áreas con pendientes (La red latinoamericana de vetiver, 1999).

El vetiver ha sido utilizado en muchos países como una herramienta efectiva para el control de escorrentías. Debido a su fortaleza, el vetiver puede resistir corrientes de agua de gran velocidad en los arroyos, y puede crecer y acumular profundos depósitos de sedimentos que se forman tras los setos establecidos en los arroyos. Como resultado, se forman escalones naturales en los arroyos. Donde se usan gaviones para la estabilización de arroyos y canales de agua, al asociar vetiver con las estructuras, se ha demostrado que ayuda aún más a estabilizar los mismos (La red latinoamericana de vetiver, 2001a).

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Localización del Experimento

El presente ensayo se realizó en el Centro Nacional de Vetiver “CHELOL”, que pertenece a la Cooperativa Agropecuaria “Ing. Humberto Tapia Barquero”, ubicado en el municipio de Jinotepe, Carazo, situado geográficamente a 11° 49' 50" Latitud Norte y 86° 12' 23" Longitud Oeste.

### 4.2 Características edafoclimáticas

El lugar se caracteriza por una elevación de 520 msnm, precipitación de 1217 mm/año, humedad relativa de 84%, temperaturas mínimas de 19 °C y máximas de 30 °C, dirección NE del Viento, los suelos pertenecen a la Serie Masatepe, moderadamente profundos a profundos, bien drenados, de textura mediana, muy ligeramente alcalinos a neutros que se derivan de ceniza volcánica. Poseen un estrato endurecido o talpetate de espesor variado, y se encuentran en pendientes casi planas a moderadamente escarpadas en las vecindades de Masatepe, Jinotepe y San Marcos.

Fuentes: INIFOM-AMUNIC (1996), INETER (1996- 1997)  
Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

Las características del suelo utilizado en el experimento se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1** Análisis químico y físico del suelo utilizado como sustrato para enraizamiento de los vástagos de vetiver

Químico	pH	M.O	N	P	K
	7.22	7.8 %	0.39 %	9.74 ppm	0.11 meq/100 g
Rango	MLA	Alto	Alto	Pobre	Pobre
Físico	Partículas				
		Arena	Limo	Arcilla	
		46.3	32.7	21	

MLA : Muy ligeramente alcalino

ppm: Partes por millón.

Fuente: UNA, Laboratorio de suelos y agua.

Las características físicas – químicas del agua utilizada en los tratamientos de los vástagos se presentan en la Tabla 2.

**Tabla 2** Características físicas – químicas del agua utilizada para la inmersión de los vástagos de vetiver

Aniones		Cationes	
CO <sub>3</sub>	Nd	Ca	10.85
HCO <sub>3</sub>	4.20	Mg	1.06
CL	0.72	Na	1.30
SO <sub>4</sub>	8.63	K	0.34
S SUMA	13.55		13.55
Otras características		Clasificación	
Salinidad Efectiva meq/L	9.35	C2 – C1	
Salinidad Potencial meq/L	5.03	<b>C1 (CE &lt; 250). <u>Agua de baja salinidad</u></b> Puede ser usada por irrigación para la mayoría de los cultivos y suelos con poca probabilidad de que se desarrolle salinidad.	
RAS	0.53		
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> Residual Meq/L	0	<b>C2 (CE: 250 - 750). <u>Agua de salinidad media</u></b> Puede ser usada si hay lavado moderado. Cultivos con moderada tolerancia a las sales, pueden crecer sin práctica especial de control de salinidad.	
N-NO <sub>3</sub> mg/L	Nd		
Clasificación Según USDA	C2-C1		

Nota:

Nd: No disponible

Fuente: UNA, Laboratorio de suelos y agua.

### 4.3 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorio (DCA), compuesto por 6 tratamientos y 30 observaciones en cada tratamiento.

El ensayo se realizó en vivero, utilizando bolsas de polietileno de 7 x 10 pulgadas calibre 150, el llenado de las bolsas se hizo manualmente con suelo de la misma zona, el cual tiene textura franco-arenosa con capacidad de retención de agua moderada, pertenece a la Serie Masatepe, el tamaño de vástagos de vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash) se estableció en 8 pulgadas de longitud, procurando fueran de la misma longitud y grosor, se tomaron muestras de suelo y agua para análisis físico – químico, sus resultados se presentan en las Tablas 1 y 2, la duración del experimento fue de 90 días.

En el ensayo cada tratamiento estaba compuesto de 30 vástagos, cada observación por un vástago, el total de vástagos examinados en todo el experimento fue de 180. Los 30 vástagos correspondientes al tratamiento testigo se plantaron inmediatamente después de su obtención de la macolla, los restantes 150 vástagos se colocaron inmersos en agua en recipientes individuales los que se sembraron sucesivamente a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas, correspondiendo a los tratamientos 1, 2, 3, 4 y 5 (Tabla 3).

**Tabla 3** Tratamientos evaluados

Tratamiento	Descripción
Testigo	Siembra inmediata (después del corte)
1	24 horas de inmersión en agua
2	48 horas de inmersión en agua
3	72 horas de inmersión en agua
4	96 horas de inmersión en agua
5	120 horas de inmersión en agua

Después de sembrados los vástagos del último tratamiento se realizaron mediciones cada 15 días por tres meses, extrayendo las plantas de las bolsas y lavándolas, con el cuidado de no desprender follajes ni raíces para ser pesadas en una balanza electrónica. Para la medición de peso seco se deshidrataron los vástagos en un horno de aire caliente por 24 horas a 65 grados Celsius.

## **4.4 Variables Evaluadas**

### **4.4.1 Partes aéreas**

Del área foliar se obtuvo: a) peso húmedo efectuando cinco mediciones de seis plantas cada una, con intervalos de quince días hasta los 75 días; se recortó el follaje de las mismas y se pesó en una balanza electrónica, expresando el resultado en gramos. b) Peso seco, el follaje recortado se secó en un horno eléctrico durante 24 horas, a temperatura promedio de 65 grados Celsius; una vez deshidratado se pesó en una balanza electrónica, expresando el resultado en gramos. c) Crecimiento (altura): se efectuaron mediciones de la longitud de tallos y hojas desde la base de la planta hasta los ápices de las mismas, utilizando una cinta métrica, expresando los resultados en centímetros.

### **4.4.2 Raíces**

De las raíces se obtuvo: a) peso húmedo efectuando 5 mediciones de seis plantas cada una, con intervalos de 15 días; se recortaron las raíces y se lavaron con mucho cuidado, se pesaron en una balanza electrónica, expresando el resultado en gramos. b) peso seco de las raíces se obtuvo secando las mismas en un horno eléctrico, durante 24 horas a temperatura promedio de 65 grados Celsius; una vez deshidratadas se pesaron en una balanza electrónica, expresando el resultado en gramos. c) La longitud de raíces se obtuvo utilizando una cinta métrica, midiendo desde la base de la planta hasta los extremos terminales de las mismas, expresando los resultados en centímetros.

Para evaluar la formación de vástagos se realizaron recuentos manuales en el número de hijos o renuevos y el prendimiento se evaluó mediante observación visual y revisión organoléptica, contabilizando número de vástagos nacidos o desarrollados versus vástagos muertos.

Los costos económicos se estimaron sobre la base de establecer una hectárea en conservación de suelo, considerando en ello porcentaje de mortalidad de vástagos por tratamiento, con sus correspondientes costos fijos y costos variables.

## **4.5 Análisis estadísticos**

Los datos provenientes de los factores de crecimiento de la planta de vetiver, fueron analizados por medio de un Análisis de Varianza (ANDEVA) y pruebas de separación de medias por Tukey con un 95% de confianza, utilizando el Paquete de diseño experimentales, FAUANL, versión 2.5 de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), de Olivares Sáenz.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre el peso húmedo del área foliar

El vetiver crece en grandes macollas, las hojas son relativamente rígidas, largas. El peso del área foliar depende del grado de madurez y edad de las plantas (Grimshaw, 1995).

El análisis estadístico de la variable peso húmedo del área foliar, (tabla 4) mostró diferencias estadísticas a los 15, 30, 45, 60 y 75 días después de siembra.

En la comparación de medias a los 75 dds (tabla 4), según Tukey al 5% de error, el tratamiento 4 reflejó el mejor resultado sobre el resto de tratamientos. Le siguieron en orden de importancia los tratamientos 1 y 2. Los tratamientos testigo y 3 presentaron pesos bastantes similares, inferiores a los tratamientos anteriores, mientras que el tratamiento 5 reflejó el resultado más bajo de todos.

Considerando que el peso húmedo depende del contenido de materia seca más agua se considera que a las 96 horas de inmersión en agua, el proceso de reproducción celular, para la formación de tejidos, sobre todo acumulación de agua en los mismos, se lleva a cabo con mayor velocidad que en los demás tratamientos, ello fue muy relevante durante las cinco mediciones efectuadas en esta variable.

Este resultado permite programar la producción de forraje de vetiver, para la alimentación animal a ser usado como pasto de corte.

Con poblaciones de 28,400 plantas por hectárea se obtendrán 1.84 toneladas a los 75 dds o sean 8.83 toneladas/ha/año.

**Tabla 4** Promedios para la variable peso húmedo (g) del área foliar por planta, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.

<i>Tratamientos</i>	Peso húmedo del área foliar (g)				
	<i>15 dds</i>	<i>30 dds</i>	<i>45 dds</i>	<i>60 dds</i>	<i>75 dds</i>
<i>Testigo</i>	08.66 c	09.66 c	14.33 d	27.66 c	42.50 c
<i>1</i>	07.00 c	10.83 c	15.33 d	21.16 d	53.50 b
<i>2</i>	09.00 b	15.16 a	20.33 b	33.66 a	51.00 b
<i>3</i>	10.00 a	13.50 b	17.66 c	25.66 c	43.50 c
<i>4</i>	10.66 a	15.00 a	22.00 a	29.83 b	65.00 a
<i>5</i>	10.83 a	13.66 a	17.66 c	27.00 c	36.00 d
<i>P&gt;F</i>	0,004	0.003	0.001	0.000	0.000
<i>ANDEVA</i>	**	**	**	**	**
<i>C. V. (%)</i>	18.03	19.39	15.63	10.82	10.55

\*\* Significativo con a al 1%

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 5 % de error.



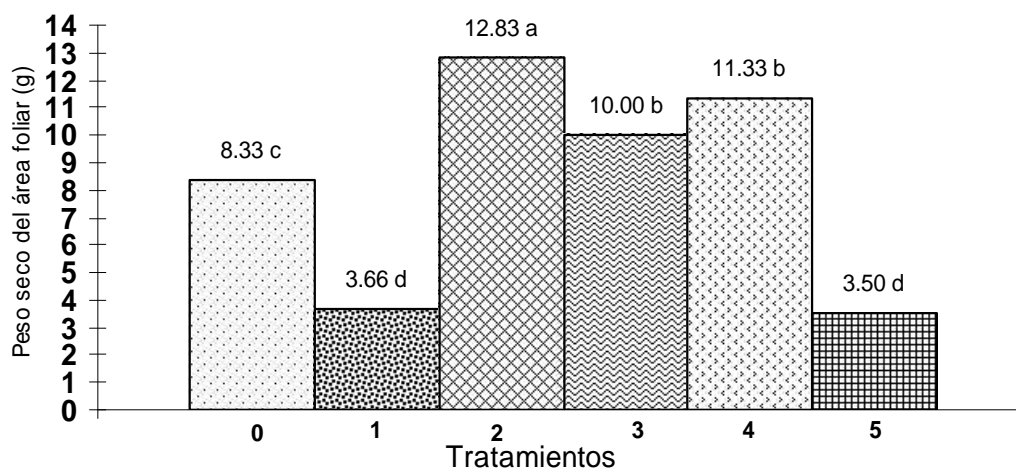
## 5.2 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre el peso seco del área foliar

La variable peso seco del área foliar (figura 2) mostró a los 75 dds mejor respuesta al tratamiento 2, el que fue seguido en orden de importancia de los tratamientos 4, 3 y testigo.

Los tratamientos 1 y 5 mostraron resultados similares, inferiores al resto de los tratamientos y, de manera muy relevante, inferiores al testigo.

Al analizar los resultados con esta variable se obtuvo que no hay correspondencia de que a mayor peso húmedo se obtenga mayor peso seco. El tratamiento de 48 horas de inmersión en agua presentó mejor relación entre peso húmedo versus peso seco, lo que induce a considerar que con dicho tratamiento la reproducción celular y formación de tejidos es más dinámica, incluso sobre el tratamiento de 96 horas de inmersión, que fue el que rindió mayor peso húmedo de todos los evaluados.

Este resultado con el tratamiento 2 permite considerar la producción de follaje seco de vetiver, para la elaboración de artesanías y medicina natural, de 0.35 toneladas /ha a los 75 dds o bien 5.04 ton/ha/año.



**Figura 2** Medias de peso seco (g) del área foliar a los 75 dds, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.

### 5.3 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre longitud foliar

El vetiver es una planta perenne cuyo hábito de crecimiento es en forma de macolla erecta, con un porte de 150 a 200 cm de altura (Rodríguez, 1997).

El análisis estadístico para la variable longitud foliar (tabla 5) mostró diferencias estadísticas.

El análisis de agrupamiento según Tukey al 95 % de confianza, indica que a los 75 dds, (tabla 5) el tratamiento 2 tuvo mejor comportamiento que los demás, seguido en el orden por el tratamiento 4. A su vez los tratamientos testigo, 3 y 5 tuvieron comportamientos similares, pero inferiores al resto de los tratamientos.

Dado que el crecimiento foliar de los vegetales está muy en dependencia de la velocidad de reproducción celular de los tejidos meristemáticos, se valora que la inmersión de vástagos de vetiver en agua por un lapso de 48 horas es el tiempo idóneo para estimular este proceso. A menor tiempo de inmersión la estimulación de reproducción celular no ocurre con la misma velocidad, en cambio a mayor tiempo de inmersión pueden precisarse problemas de muerte celular por falta de aireación, incidiendo ambas situaciones en un menor crecimiento vegetativo.

**Tabla 5** Promedios para la variable Longitud foliar (cm) por planta, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.

<i>Tratamientos</i>	Longitud foliar (cm)				
	<i>15 dds</i>	<i>30 dds</i>	<i>45 dds</i>	<i>60 dds</i>	<i>75 dds</i>
<i>Testigo</i>	09.50 c	28.44 c	39.73 c	53.95 d	093.71 d
<i>1</i>	20.81 a	43.24 a	63.62 a	87.50 a	109.97 c
<i>2</i>	19.23 a	45.61 a	66.60 a	86.93 a	125.76 a
<i>3</i>	07.33 d	34.29 b	56.23 b	74.10 c	092.90 d
<i>4</i>	08.25 d	36.16 b	64.76 a	82.11 b	118.58 b
<i>5</i>	14.08 b	45.66 a	67.93 a	80.01 b	094.71 d
<i>P&gt;F</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>ANDEVA</i>	**	**	**	**	**
<i>C. V. (%)</i>	13.44	9.81	6.84	5.12	3.61

\*\* Significativo con a al 1%

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 5 % de error.

#### 5.4 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre el peso húmedo del sistema radical

En Tailandia se ha demostrado que la inmersión de los vástagos en agua antes de la siembra favorece el enraizamiento y mejora las probabilidades de sobrevivencia de las plantas de vetiver (Rodríguez, 1997).

Las raíces de vetiver son fibrosas, de aspecto esponjoso y masivo, no tiene estolones y sus rizomas son gruesos y no invasores (Rodríguez, 1997).

Los resultados obtenidos sobre la variable peso húmedo del sistema radical (tabla 6) muestra diferencias estadísticas en todos los tratamientos evaluados, según Tukey con un 5 % de error, en la comparación de medias a los 75 dds (tabla 6) se refleja que el tratamiento 4 presentó el mejor resultado. Le siguieron en orden de importancia los tratamientos 2, mientras que los tratamientos testigo, 3 y 5 mostraron resultados similares, e inferiores a los tratamientos anteriores.

Al revisar el comportamiento de la variable peso húmedo, tanto del área foliar como del sistema radical, se observan comportamientos similares: mejores resultados en el tratamiento 4 y muy bajos en el tratamiento 5. Lo anterior permite corroborar la relación que existe entre el sistema aéreo y sistema radical de los vegetales. El proceso de reproducción celular en los tejidos meristemáticos y la acumulación de agua en los mismos fue muy activo con el tratamiento de inmersión en agua por un lapso de 96 horas.

**Tabla 6** Promedios para la variable peso húmedo (g) del sistema radical por planta, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.

<i>Tratamiento.</i>	Peso húmedo del Sistema Radical (g)				
	<i>15 dds</i>	<i>30 dds</i>	<i>45 dds</i>	<i>60 dds</i>	<i>75 dds</i>
<i>Testigo</i>	4.83 c	3.16 d	07.83 c	13.00 c	17.33 d
<i>1</i>	3.00 d	6.33 c	08.33 c	17.33 a	24.50 b
<i>2</i>	4.66 c	5.83 c	10.83 b	16.16 b	20.33 c
<i>3</i>	2.83 d	5.50 c	10.66 b	13.66 c	16.83 d
<i>4</i>	5.83 b	8.00 b	13.66 a	17.16 a	28.66 a
<i>5</i>	6.16 a	9.33 a	13.16 a	16.33 b	17.66 d
<i>P&gt;F</i>	0,000	0.000	0.000	0.013	0.000
<i>ANDEVA</i>	**	**	**	**	**
<i>C. V. (%)</i>	19.08	22.93	15.05	15.32	13.25

\*\* Significativo con a al 1%

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 5 % de error.

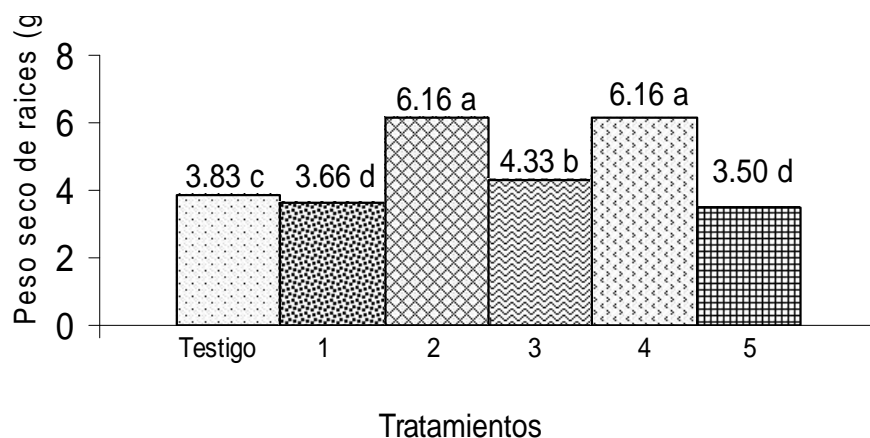
### 5.5 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre el peso seco del sistema radical

La variable peso seco del sistema radical, (Figura 3), muestra idénticas respuestas en los tratamientos 2 y 4 los que fueron superiores al resto de tratamientos, éstos últimos con resultados parecidos.

De manera similar a los resultados con el área foliar el peso seco del sistema radical no se corresponde con el peso húmedo del mismo. El tratamiento de 48 horas de inmersión en agua presentó mejor relación entre peso húmedo versus peso seco del sistema radical reforzando la consideración de que con dicho tratamiento la reproducción celular y formación de tejidos es más dinámico que en el resto de tratamientos, incluso del tratamiento 4, que mostró mayor peso húmedo radical de todos los evaluados.

La obtención de raíces de vetiver para la extracción de aceites aromáticos, representa un rango de 1.0 a 1.5 % del peso seco de la misma (Red latinoamericana del vetiver, 1997).

Con poblaciones de 28,400 planta por hectárea, los tratamientos 2 y 4, representarían rendimientos de 0.17 ton / ha a los 75 dds, equivalente a 0.84 ton /ha /año, sin obviar que el mayor potencial para este fin se alcanza entre los 18 y 24 meses de edad (Red Latinoamericana de Vetiver, 1997).



**Figura 3** Promedios de pesos secos (g) del sistema radical por planta a los 75 dds, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.

## 5.6 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre longitud del sistema radical

El Vetiver posee raíces numerosas y ramificadas las que conforman una barrera subterránea al flujo de agua subsuperficial y anclan firmemente a la planta para que resista el empuje del agua y sedimentos que se mueven en la superficie, además favorecen la infiltración de agua en el sitio donde se encuentra las hileras de vetiver. Se han encontrados plantas cuyas raíces sobrepasan la profundidad de 5 metros en suelos sueltos y profundos y es común que alcance en otros suelos los 3 metros de profundidad (Rodríguez, 1997).

La variable Longitud del sistema radical (tabla 7) refleja en el ANDEVA que todos los tratamientos mostraron diferencias estadísticas.

En la comparación de medias a los 75 dds (tabla 7) el tratamiento 2 reflejó mejor resultado sobre el resto de tratamientos. Le siguieron en orden de importancia los tratamientos 1 y 3; mientras que los tratamientos testigo, 4 y 5 mostraron resultados similares pero inferiores a los anteriores.

Al comparar la longitud del área foliar con la longitud del sistema radical se encuentra la interesante relación de que el tratamiento 2 presentó mayor longitud foliar y mayor longitud radical corroborando la armonía que debe existir entre la parte aérea y la parte radical de los vegetales.

**Tabla 7** Promedios para la variable Longitud del sistema radical (cm) por planta, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.

Longitud del sistema radical (cm)					
<i>Tratamientos.</i>	<i>15 dds</i>	<i>30 dds</i>	<i>45 dds</i>	<i>60 dds</i>	<i>75 dds</i>
Testigo	07.40 d	25.38 c	29.70 d	37.73 c	57.15 c
1	14.31 a	28.06 b	46.00 b	51.27 b	60.83 b
2	12.51 b	28.38 b	48.30 b	52.96 a	64.55 a
3	12.71 b	26.36 c	36.43 c	54.50 a	60.43 b
4	12.38 b	32.01 a	49.35 a	49.35 b	53.46 c
5	10.03 c	24.93 c	37.36 c	53.76 a	57.38 c
<i>P&gt;F</i>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<i>ANDEVA</i>	**	**	**	**	**
<i>C. V. (%)</i>	12.36	8.02	5.65	6.09	4.23

\*\* Significativo con a al 1%

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 5 % de error.

## 5.7 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre la formación de vástagos

La formación de vástagos ocurre con el desarrollo de la planta, la macolla va engrosando en la medida de la regeneración de nuevos brotes (Rodríguez, 1997).

A los 6 meses de establecida la plantación en el terreno la macolla debe presentar entre 30 y 60 renuevos (The Vetiver Network ,1997).

Los resultados obtenidos sobre la variable Formación de vástagos (tabla 8) mostraron diferencias estadísticas en todos los tratamientos.

La comparación de medias a los 75 dds (tabla 8) reflejan que el tratamiento 3 mostró mejor resultado que el resto de tratamientos. Le siguieron en orden de importancia los tratamientos testigo, 1 y 4. En cambio los tratamientos 2 y 5 mostraron los menores valores de todos ellos.

La inmersión de vástagos de vetiver en agua a los 75 dds, a la par que estimuló la reproducción celular de los tejidos meristemáticos del área foliar y radical, favoreció la emisión de yemas con clara diferenciación de reproducción vegetativa. Ello fue más notorio en el tratamiento 3 seguido muy de cerca del tratamiento 4.

**Tabla 8** Promedios para la variable Formación de vástagos, a partir de 5 momentos de muestreo, en 5 periodos de inmersión en agua de vástagos de vetiver, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.

<i>Tratamientos.</i>	Formación de vástagos (#)				
	<i>15 dds</i>	<i>30 dds</i>	<i>45 dds</i>	<i>60 dds</i>	<i>75 dds</i>
<i>Testigo</i>	1.00 c	2.33 b	2.50 c	2.50 d	6.33 b
<i>1</i>	1.50 c	2.33 b	3.50 b	4.50 b	6.50 b
<i>2</i>	1.33 c	2.00 b	2.50 c	4.33 b	5.50 c
<i>3</i>	1.00 c	2.50 b	3.33 b	4.50 b	8.50 a
<i>4</i>	3.50 a	3.50 a	5.50 a	5.50 a	6.33 b
<i>5</i>	2.33 b	2.50 b	3.00 c	3.50 c	5.50 c
<i>P&gt;F</i>	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
<i>ANDEVA</i>	**	**	**	**	**
<i>C. V.(%)</i>	24.45	19.34	14.59	13.11	8.34

\*\* Significativo con a al 1%

Medias con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según Tukey al 5 % de error.

## 5.8 Efecto del tiempo de inmersión en agua sobre la mortalidad de vástagos

La mortalidad de vetiver es baja cuando las siembras se realizan en períodos lluviosos, llegando su tasa de supervivencia hasta del 98 % si se le prestan buenas condiciones, no obstante en períodos secos, incluso aplicando riego manual, la tasa de mortalidad de los vástagos es hasta de un 38 %. (The Vetiver Network, 1997).

En los resultados experimentales la pérdida de vástagos fue relativamente baja (tabla 9). El mayor porcentaje de mortalidad se presentó en el tratamiento testigo, seguido muy de cerca de los tratamientos 1, 3, 4 y 5. El tratamiento 2 presentó el mejor resultado con 0 % de pérdida, muy superior al resto de los tratamientos.

La estimulación en la reproducción celular de los vegetales requiere que las mismas tengan condiciones apropiadas para llevar a cabo los procesos que garantizan la formación de tejidos diferenciados. El tratamiento 2 reflejó que el tiempo de inmersión en agua de vástagos de vetiver es el óptimo para evitar pérdidas en éstos. A menor lapso de tiempo de las 48 horas de inmersión aún no se alcanzan las condiciones apropiadas de humedad para iniciar el proceso reproductivo celular; por otro lado a mayor lapso se considera que hay afectación por ahogamiento celular causando en ambos casos pérdidas de material vegetativo.

**Tabla 9** Porcentaje de Mortalidad de vástagos de vetiver a los 75 dds, en 5 periodos de inmersión en agua, Chelol, Jinotepe, Carazo, 2003.

Tratamiento	Cantidad	Porcentaje
Testigo	6	8.82 %
1	5	7.35 %
2	0	0.00 %
3	4	5.88 %
4	3	4.41 %
5	3	4.41 %

## VI. ANÁLISIS DE COSTOS

Aunque la planta vetiver (*Vetiveria zizanioides*) ha sido usada para proteger la tierra por aproximadamente 50 años, su verdadero impacto como método barato, eficaz y sencillo de conservación de suelo y agua comenzó a finales de los años 80 tras la promoción hecha por el Banco Mundial a través de la Red Mundial del Vetiver. En el país son las primeras experiencias que se realizan para la conservación de suelo y agua con vetiver y, sobre todo, son los primeros pasos para indagar sobre el comportamiento de esta planta en nuestra zona.

Por tanto, los análisis de costos a partir de los resultados obtenidos en este trabajo, son de gran importancia para la economía de los agricultores y la protección del recurso suelo de nuestro país.

En las tabla 10 y 11 se presenta los costos de vivero de vetiver para el establecimiento de una hectárea en conservación de suelo con vetiver. En la tabla 12 se comparan rendimientos y costos entre las diferentes técnicas para su reproducción vegetativa.

A partir de los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental se pueden hacer recomendaciones económicas para los diversos usos en que se puede utilizar el vetiver, sean estos en conservación de suelo o bien en otras demandadas por el usuario ó agricultor.

Considerando que el costo del material vegetativo para establecer una hectárea en conservación de suelo, utilizando 2357 plantas de vetiver es de C\$ 1514.00 (tabla 10) al comparar los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos (tabla 12) se puede expresar:

1. Utilizando la técnica tradicional de reproducción en vivero se produce una mortalidad de 8.82 % del total de plantas, equivalentes a 208 plantas, del total requerido para una hectárea. Esta pérdida se traduce en un monto de C\$ 124.80 córdobas, por lo que el agricultor ó usuario debe realizar un gasto total de C\$ 1538.80 córdobas para la obtención del material vegetativo requerido para establecer una hectárea, solamente en el componente de reposición de plantas deterioradas, lo que significa 1.64 % mayor del costo del tratamiento 2. Así mismo, utilizando esta técnica el crecimiento y desarrollo del material en reproducción es significativamente reducido.



2. La técnica de vivero, con vástagos sumergidos en agua por 48 horas previos al trasplante, permite obtener mayor peso seco del follaje, mayor crecimiento de vástagos, mayor crecimiento del sistema radical y mayor peso seco del sistema radical. Aunque el costo es de C\$ 0.6423 córdobas por planta, su mayor ventaja radica en que no existe mortalidad alguna, superando a la técnica tradicional así como a todos los tratamientos con la técnica de inmersión en agua. El costo total de esta técnica es de C\$ 1514.00 córdobas representando un 1.61% más económico con respecto a la técnica tradicional.

3. La técnica de inmersión de los vástagos de vetiver en agua durante las 96 horas previo al trasplante, presentó buenos resultados para el aumento de peso húmedo del follaje, peso fresco y peso seco del sistema radicular, sin embargo se observó una mortalidad del 4.41%, equivalente a 104 plantas del requerimiento para establecer una hectárea en conservación de suelo, traduciéndose en una pérdida de C\$ 66.80 córdobas. El costo con esta técnica se incrementa a C\$ 1580.80 córdobas representando 2.73 % mayor que la técnica tradicional y 4.41% mayor a la técnica de 48 horas de inmersión.

4. La técnica de inmersión en agua de los vástagos durante 72 horas antes del trasplante presentó mayor formación de vástagos y mayor longitud de vástagos, no obstante reflejó una mortalidad de 5.88 % de los vástagos sembrados, equivalente a 139 plantas del requerimiento para una hectárea, debido a ello el costo de esta técnica es de C\$ 1603.28 córdobas, lo que significa 4.19 % mayor que la técnica tradicional y 5.89 % mayor al tratamiento de 48 horas de inmersión. Sin embargo no se debe menospreciar este tratamiento, debido a que presentó la mayor cantidad de vástagos formados, con ello se contribuiría a reponer parte de las pérdidas por mortalidad, disponiendo de vástagos aptos para ser transplantados a nuevas bolsas y desarrollarse como nuevas plantas.

5. Finalmente es de mencionar que las técnicas de inmersión de vástagos de vetiver en agua durante 24 y 120 horas antes del trasplante, presentaron resultados muy inferiores en el desarrollo del material vegetativo y en mayores costos, por encima de la técnica tradicional así como del tratamiento con los mejores resultados.

**Tabla 10 COSTOS DE VIVERO DE VETIVER PARA ESTABLECER  
UNA HECTAREA EN CONSERVACIÓN DE SUELO**

(2357 Plantas)

**COSTOS CON TÉCNICA DE INMERSIÓN**

(Córdobas C\$)

Concepto	Cantidad	Valor unitario C\$	Valor Total C\$
<b>Preparación del terreno</b>			
. Limpieza	2 D-H	20.00	40.00
. Preparación de sustrato	1 D-H	20.00	20.00
. Llenado de bolsas	2 D-H	20.00	40.00
. Arreglo de bolsas	2 D-H	20.00	40.00
. Inmersión de vástagos	1 D-H	20.00	20.00
. Siembra de vástagos	2 D-H	20.00	40.00
		<b>Sub total</b>	<b>200.00</b>
<b>Mantenimiento</b>			
. Control de malezas	6 D-H	20.00	120.00
. Riego	12 D-H	20.00	240.00
		<b>Sub total</b>	<b>360.00</b>
<b>Materiales e Insumos</b>			
. Bolsas de polietileno	1660 u.	0.11	182.00
. Vástagos de Vetiver	1660 u.	0.20	332.00
. Contenedor plástico	1 u.	80.00	80.00
. Agua para riego	1200 gls.	0.30	360.00
		<b>Sub total</b>	<b>954.00</b>
		<b>Total</b>	<b>C\$ 1514.00</b>
<b>Costo por planta</b>			<b>C\$ 0.6423</b>

**D-H: Día - Hombre**

**Tasa cambiaria. C\$ 14.9579 x \$ 1.00 U.S.**

**Tabla 11 COSTOS DE VIVERO DE VETIVER PARA ESTABLECER  
UNA HECTÁREA EN CONSERVACIÓN DE SUELO**

(2357 Plantas)

***COSTOS CON TÉCNICA TRADICIONAL (Testigo)***

(Córdobas C\$)

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario C\$</b>	<b>Valor Total C\$</b>
<b>Preparación del terreno</b>			
. Limpieza	2 D-H	20.00	40.00
. Preparación de sustrato	1 D-H	20.00	20.00
. Llenado de bolsas	2 D-H	20.00	40.00
. Arreglo de bolsas	2 D-H	20.00	40.00
. Siembra de vástagos	2 D-H	20.00	40.00
		<b>Sub total</b>	<b>180.00</b>
<b>Mantenimiento</b>			
. Control de malezas	6 D-H	20.00	120.00
. Riego	12 D-H	20.00	240.00
		<b>Sub total</b>	<b>360.00</b>
<b>Materiales e Insumos</b>			
. Bolsas de polietileno	1660 u.	0.11	182.00
. Vástagos de Vetiver	1660 u.	0.20	332.00
. Agua para riego	1200 gls.	0.30	360.00
		<b>Sub total</b>	<b>874.00</b>
		<b>Total</b>	<b>C\$ 1414.00</b>
<b>Costo por planta</b>			<b>C\$ 0.60</b>

**D-H: Día - Hombre**

**Tasa cambiaria. C\$ 14.9579 x \$ 1.00 U.S.**

**Tabla 12 Comparación de rendimientos y costos**

**Técnica tradicional versus técnica de inmersión en agua  
(Datos proyectados por ha)**

<b>Tipo de Técnica</b>	<b>Plantas por ha</b>	<b>Costo por planta (C\$)</b>	<b>Costo por ha (C\$)</b>	<b>Mortalidad de plantas (%)</b>	<b>Plantas deterioradas (Por mortalidad)</b>	<b>Costo de plantas deterioradas (C\$)</b>	<b>Costo total por mz con plantas dañadas (C\$)</b>
<b>Tradicional (Testigo)</b>	2357	0.60	<b>1414.00</b>	8.82	208	<b>124.80</b>	<b>1538.80</b>
<b>Inmersión en agua 24 horas (1)</b>	2357	0.6423	<b>1514.00</b>	7.35	173	<b>111.12</b>	<b>1625.12</b>
<b>Inmersión en agua 48 horas (2)</b>	<b>2357</b>	<b>0.6423</b>	<b>1514.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>1514.00</b>
<b>Inmersión en agua 72 horas (3)</b>	2357	0.6423	<b>1514.00</b>	5.88	139	<b>89.28</b>	<b>1603.28</b>
<b>Inmersión en agua 96 horas (4)</b>	2357	0.6423	<b>1514.00</b>	4.41	104	<b>66.80</b>	<b>1580.80</b>
<b>Inmersión en agua 120 horas (5)</b>	2357	0.6423	<b>1514.00</b>	4.40	104	<b>66.80</b>	<b>1580.80</b>

- **Tratamiento 2. No hubo mortalidad de plantas**

## VII. CONCLUSIONES

El efecto de los tratamientos de inmersión en agua sobre el área foliar de los vástagos de vetiver mostró que el mayor peso húmedo se obtuvo con 96 horas de inmersión, el mayor peso seco y la mayor longitud foliar con 48 horas de inmersión.

El efecto de los tratamientos de inmersión en agua sobre el sistema radical reflejó que el mayor peso húmedo se obtuvo con 96 horas de inmersión, el mayor peso seco y la mayor longitud radical con 48 horas de inmersión.

El efecto de los tratamientos de inmersión en agua sobre la formación de vástagos secundarios y la mortalidad de vástagos, mostraron que la mayor formación de vástagos se obtuvo con 72 horas de inmersión y que no hubo en absoluto mortalidad con 48 horas de inmersión. Estos resultados fueron superiores en comparación al tratamiento tradicional.

El tratamiento que presentó las mejores características de crecimiento y rentabilidad es el tratamiento inmersión en agua de los vástagos de vetiver por 48 horas, presentando los costos más bajos en comparación a los demás tratamientos.

Se observó una mejora significativa en el prendimiento de los vástagos de vetiver en todos los tratamientos con inmersión en agua, superior en comparación a la técnica tradicional de siembra inmediata de vástagos cosechados.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

Para garantizar mejores resultados, en acciones de conservación de suelo y agua, con barreras vivas de vetiver, se debe brindar tratamiento de inmersión en agua a los vástagos, antes de la siembra, por un lapso de cuarenta y ocho horas, para obtener el mayor prendimiento.

La práctica de siembra inmediata, post - arranque de macollas, no se debe seguir realizando debido a las altas pérdidas de material vegetativo, lo que afecta la economía de los usuarios de dicha gramínea.

En función de hacer un óptimo uso de los beneficios que el vetiver brinda, se deben someter a validación los tratamientos de inmersión en agua, comprendidos entre las cuarentiocho y las noventiseis horas, previas a la siembra de los vástagos.

Ante la demostrada eficiencia y eficacia del vetiver, en la conservación de suelo, para mantener y restaurar la fertilidad de los campos agrícolas y con ello mejorar la productividad de los cultivos, se debe promocionar su uso entre técnicos, Universidades, ONG'S, asociaciones y gremios de productores agropecuarios.

## IX. BIBLIOGRAFIA

- Banco Mundial, 1995/ Grimshaw R.G / División de operaciones de Agricultura Departamento técnico, Oficina regional de Asia.. Vetiver la barrera contra la erosión. 3era edición. P 78.
- Grimshaw R.G / División de operaciones de Agricultura Departamento técnico, Oficina regional de Asia.. Vetiver la barrera contra la erosión. 2da edición.
- La Red Latinoamericana del vetiver. Las maravillas del vetiver. 1ra edición. San José, Costa Rica. P. 29.
- La Red Latinoamericana del Vetiver. 1997. Boletín Vetiver. No.4 San José, Costa Rica.17 p.
- La Red Latinoamericana del Vetiver. 1999. Boletín Vetiver. San José, Costa Rica.102 p.
- La Red Latinoamericana del Vetiver. 2001 a. Boletín Vetiver. No. 6 San José, Costa Rica. 17 p.
- La Red Latinoamericana del Vetiver. 2001 b. Boletín Vetiver. No. 8 San José, Costa Rica. 20 p.
- Proyecto Vetiver. 1999. La barrera contra la erosión.1ra edición. Jinotepe, Carazo. Nicaragua. Chelol – IDR- PROSESUR. P. 25.
- Rodríguez, P. O. 1997. Vetiver una planta para el control de la erosión y la protección ambiental. Segunda edición. El Limón, Maracay, Venezuela. Editorial Sociedad Conservacionista Aragua. P. 2-12.

## X. LITERATURA ADICIONAL

- Agricultural and Other Uses of Vetiver.  
<http://www.host.fptoday.com/vetiverbeta/Agricuses15.htm>
- Asareca.org. Vetiver: The Hedge Against Soil Erosion.  
<http://www.bugwood.caes.uga.edu/asareca/html/vetiv8.html>
- Barreras físicas para el control y encauzamiento de la escorrentía. FAO.  
[http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse\\_s/7mo/iita/C13.htm](http://www.fao.org/ag/ags/AGSE/agse_s/7mo/iita/C13.htm)
- Barreras de Vetiveria para Conservación de Suelos con Cultivos Alternativos. Perú.  
[http://www.vetiver.org/PER\\_general.htm](http://www.vetiver.org/PER_general.htm)
- Boletín de La Red Latino Americana del Vetiver.  
<http://www.host.fptoday.com/vetiverbeta/LAVNL3.htm>
- Ecuativer. La Red Ecuatoriana de Vetiver.  
<http://www.ecuativer.com/>
- Erosión del Suelo: Vetiver, un Arma Vegetal. Agroneg.com.  
[http://agroneg.com/articulos/erosion\\_del\\_suelo.htm](http://agroneg.com/articulos/erosion_del_suelo.htm)
- Información Técnica Sobre Pasto Vetiver. Vetiver Network.  
[http://www.vetiver.org/LAVN\\_infopasto.htm](http://www.vetiver.org/LAVN_infopasto.htm)
- La Red Latinoamericana del Vetiver  
[http://www.vetiver.org/LAVN\\_NET.htm](http://www.vetiver.org/LAVN_NET.htm)
- The Vetiver Network 1997  
<http://www.vetiver.org/>
- Una maravilla llamada Vetiver. El Nuevo Diario. Nicaragua.  
<http://www.elnuevodiario.com.ni/archivo/2001/febrero/15-febrero-2001/estasemana/estasemana1.html>
- Uses of Vetiver Grass.  
[http://www.chaipat.or.th/vetiver/vetiver\\_7/body\\_vetiver\\_e7.html](http://www.chaipat.or.th/vetiver/vetiver_7/body_vetiver_e7.html)
- Vetiveria. Barrera Viva Contra la Erosión. Sociedad Conservacionista Aragua, Venezuela. <http://www.socaragua.atfreeweb.com/vetiver.htm>
- Vegetative Barriers". USDA National Sedimentation Lab, USA.  
[http://www.sedlab.olemiss.edu/uep\\_unit/projects/Dab\\_veg/index.htm](http://www.sedlab.olemiss.edu/uep_unit/projects/Dab_veg/index.htm)
- Vetiver technology Inter. Inst. for Infrastructural, Hydraulic & Enviro. Engineering at Delft. <http://www.ihe.nl/he/dicea/clm32/clm3251.htm>



## XI. ANEXOS



Anexo 1. Vástagos de vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L) Nash)



Anexo 2. Problemas causados por erosión. (Pista sub urbana, Managua, Nicaragua )



Anexo 3. Vetiver en bioingeniería (Pista sub urbana, Managua, Nicaragua)



Anexo 4. Vetiver (Vetiveria zizanioides (L) Nash) en protección de taludes



Anexo 5. Viveros de vetiver (Vetiveria zizanioides (L) Nash).



Anexo 6. Elaboración de artesanías con vetiver (Vetiveria zizanioides (L) Nash).



Foto 17



Foto 18



Foto 19

Anexo 7. Alimentación animal con vetiver (Vetiveria zizanioides (L) Nash).



Foto 20



Foto 21



Foto 22

Anexo 8. Elaboración de ranchos con follaje de vetiver (Vetiveria zizanioides (L)Nash).



Foto 23

Anexo 9. Té elaborado con follaje de vetiver (Vetiveria zizanioides (L) Nash).