

## Efecto del distanciamiento de siembra del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L) sobre la producción de esquejes y follaje <sup>a</sup>

*Effect of distancing the planting of vetiver grass (Chrysopogon zizanioides L) on the production of cuttings and foliage*

**Napoleón Fernández de La Paz y Armando Torres Acosta**

Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay, estado Aragua, Venezuela.  
Correo electrónico: napofer@gmail.com

### RESUMEN

A fin de evaluar la producción de esquejes y follaje de vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L) se condujo un ensayo en un Mollic Ustifluvents de origen lacustrino, utilizando un diseño de bloques al azar con arreglo en franjas, 3 repeticiones y 9 tratamientos (T1 al T9) por repetición, constituidos por diferentes distanciamientos de siembra (20x30; 30x30; 20x50; 40x30; 20x70; 30x50; 40x50; 30x70 y 40x70 cm.), sembrándose 3 esquejes por punto. A los 6,5 meses de edad se observó una sobrevivencia del 100% y una altura promedio en todos los tratamientos de 1,90 m. El análisis de la varianza mostró diferencias significativas entre los tratamientos para el perímetro, diámetro medio de macolla, número de esquejes y producción de follaje. Los valores de estos indicadores estuvieron directamente relacionados con el distanciamiento, es decir mayor número al aumentar la distancia. Sin embargo, cuando se comparan los distintos distanciamientos referidos a una hectárea efectiva de siembra, se observa que las altas densidades de siembra, a pesar de que producen menor número de esquejes por macolla, compensan con creces la producción total de esquejes por superficie. Se obtuvieron además ecuaciones de regresión con alto poder de predicción ( $R^2=0.94$ ), que permiten estimar con cierta precisión el número de esquejes y la cantidad de follaje por macolla, en función del diámetro medio o perímetro de la corona en cm, lo que resultó en un elemento práctico para hacer estimaciones de producción de esquejes por macolla, previos muestreos en campo y facilitar su comercialización.

**Palabras clave:** Vetiver; restauración; macolla; esquejes; perímetro

### ABSTRACT

In order to evaluate production of Vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L) stem cuttings and foliage a study was conducted in a Mollic Ustifluvents. A randomized block design in strips was established, with nine treatments (T1 to T9) and three repetitions per treatment. Treatments involved different planting distances (20x30; 30x30; 20x50; 40x30; 20x70; 30x50; 40x50; 30x70 and 40x70 cm), with three stem cuttings per point. At 6,5 months a 100% survival and an average height of 1,90 m were recorded among the treatments. The analysis of variance showed significant differences among the treatments in the perimeter, average diameter of "macolla", number of stem cuttings and foliage production. Values of these indicators were directly affected by the planting distance, i.e. the higher the planting distance, the higher the value of the indicators. However, when comparing the different planting distances referred to an effective hectare of planting, it is observed that the high planting densities, although they produce fewer cuttings per "macolla", more than offset the total production of cuttings by surface. Regression equations with a high coefficient of determination were obtained ( $R^2=0.94$ ). They were useful when estimating the number of stem cuttings and the amount of foliage per "macolla" in relation to the average diameter or perimeter of the "macolla" crown in centimeters. As a result, these regression equations are promising tools for making estimations of cuttings production per "macolla", before field sampling and facilitating its commercialization.

**Key words:** Vetiver; restoration; macolla; stem cuttings; perimeter

<sup>a</sup> Recibido: 15-09-14 ; Aceptado: 20-07-15

## INTRODUCCIÓN

El vetiver es una planta ampliamente conocida y demandada a nivel mundial por su multiplicidad de usos, particularmente en el área de bioingeniería, fitorremediación y en conservación de suelos en general. El hecho de tener un sistema radical masivo, fibroso, profundo, la adaptación a una diversidad de condiciones edáficas, (Truong y Baker, 1996) y (Rodríguez, 1999), y a su facilidad de propagación mediante diferentes métodos (Chomchalow, 2000), ha contribuido a favorecer su expansión a nivel mundial (Truong y Baker, 1996; Red Latinoamericana del Vetiver, 1999 a y b, entre otros).

Sin embargo el éxito en su propagación en campo, va a depender de una adecuada selección y preparación del material, el cual se recomienda dejarlo por 2 o 3 días sumergido en agua antes de la siembra en campo para evitar la deshidratación (Juliard, 1999, Red Latinoamericana del Vetiver, 1999 a y b, Rodríguez, 2002 y Noya, 2002), y de ser posible agregarle una hormona que favorezca el enraizamiento, aunque esto no es necesariamente indispensable, si se siembra recién cosechado y en condiciones de humedad apropiada, principalmente a inicio del período lluvioso, salvo que se disponga de riego. Igualmente para optimizar su establecimiento, se recomienda sembrar entre 2 o 3 esquejes por punto de siembra, (cada uno de ellos se constituirá en una macolla) para subsanar cualquier falla en algunos de ellos.

En el país la forma más común de su comercialización es la macolla (ver figuras 1 y 2), cuyo desarrollo es variable por razones de calidad de sitio, edad y manejo, sin tener estimaciones previas del número de esquejes por macolla.

Sin embargo este es un concepto un poco ambiguo, subjetivo e impreciso, dado que el número de esquejes es variable y está en función del desarrollo de la macolla, es decir, en relación directa con el diámetro o perímetro de la corona (base de la macolla), lo que a su vez depende del distanciamiento de siembra. Investigaciones en este sentido han encontrado que ambos indicadores aumentan al disminuir la densidad de siembra, es decir al sembrar menos puntos /ha, lo que significa mayor distanciamiento entre puntos de siembra (Juliard, 1999; Fernández y Morillo 2006), pero en cambio la producción total de esquejes/ha disminuye. En consecuencia se concluye que la producción total de esquejes /ha es menor en la medida que disminuye la densidad de siembra, (es decir mayor distanciamiento entre plantas), a pesar de producir macollas más desarrolladas) y por el contrario la producción de esquejes/ha aumenta en la medida que se aumenta la densidad de siembra, por el hecho de sembrar mayor número de puntos/ha. En razón de este hecho se planteó como objetivo de este trabajo evaluar el efecto del distanciamiento de siembra en la producción de esquejes y de follaje y la obtención de modelos que permitan hacer razonables estimaciones de producción a través de parámetros sencillos de medir en campo, como el perímetro o el diámetro y así favorecer una comercialización más apropiada.

En las figuras 1 y 2, se presentan una macolla a campo abierto y otra con su desarrollo radical.



**Figura 1.** Macolla de vetiver desarrollada a campo abierto



**Figura 2.** Macolla y sistema radical del vetiver

### MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Estación Experimental Samán Mocho (coordenadas: 621.351,30 m E y 1.118.598,76 m N) estado Carabobo, perteneciente a la Facultad de Agronomía, de la UCV. El clima se corresponde con un Bosque Seco Tropical, con temperatura y precipitación promedio anual de 24 °C y 1052,7 mm respectivamente. En la figura 3 se representa el período de crecimiento para la zona, el cual va desde mayo hasta mediados de noviembre y durante el período evaluado la lluvia caída fue de 312,5 mm. El suelo es un Molisol de origen lacustrino, clasificado como un Mollic Ustifluvents, textura franca con alto contenido de M.O y pH 7.9, cuyo perfil típico se presenta en la figura 4.

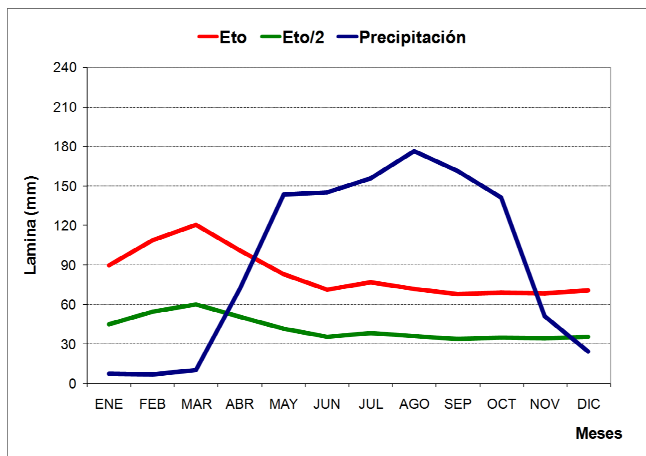


Figura 3. Período de crecimiento. Serie 1967-1990. Estación Samán Mocho.

Figura 4. Perfil de suelo representativo

#### Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques al azar con arreglo en franjas, con 3 repeticiones y 9 tratamientos por repetición, constituidos por las distancias de siembra (densidad de siembra). Los tratamientos fueron presentados en orden creciente basados en la superficie (m<sup>2</sup>) que ocupa cada punto de siembra, tal como se presenta en el cuadro 1. Además en dicho cuadro se hace una proyección de los puntos de siembra equivalente /ha y número de esquejes necesarios para cubrirla.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados (representados por las distancias de siembra), superficie ocupada por cada uno, el equivalente a puntos de siembra/ha y número de esquejes sembrados/ha

TRATAMIENTOS									
Variables	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
D S <sup>(1)</sup>	20x30	30x30	20x50	40x30	20x70	30x50	40x50	30x70	40x70
S/PS <sup>(2)</sup>	0,06	0,09	0,10	0,12	0,14	0,15	0,20	0,21	0,28
PS/ ha <sup>(3)</sup>	166 667	111 111	100 000	83 333	71 429	66 667	50 000	47 619	35 714
NE/ha <sup>(4)</sup>	500 001	333 333	300 000	249 999	214 287	200 001	150 000	142 857	107 142
NE/m <sup>2</sup> <sup>(5)</sup>	50	33	30	25	21	20	15	14	11

(1)Distancia de siembra (cm); (2) Superficie/punto de siembra (m<sup>2</sup>); (3) Puntos de siembra/ha (número de macollas); (4) Número de esquejes sembrados/ha; (5) Número de esquejes sembrados/m<sup>2</sup>.

### Método de siembra

El método de siembra utilizado fue tipo “coa “, empleando 3 esquejes por punto de siembra. Las raíces y la parte aérea se podaron a 5 y 15 cm respectivamente, para evitar la deshidratación. Estos fueron previamente sometidos a remojo durante 3 días para facilitar el enraizamiento. En las figuras 5 y 6, se observa la preparación de los esquejes, previo a la siembra y el detalle de la plantación en campo, respectivamente. Se utilizaron parcelas cuadradas de 5 puntos de siembra por lado, para un total de 25 puntos por parcela para cada una de las densidades o tratamientos, por lo que resultaron parcelas de tamaños diferentes.

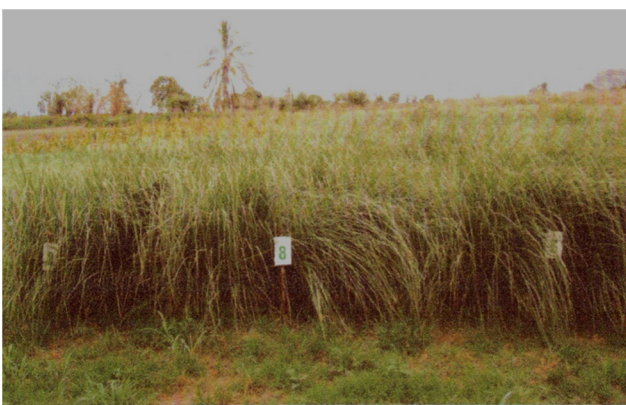


**Figura 5.** Preparación de los esquejes para la siembra

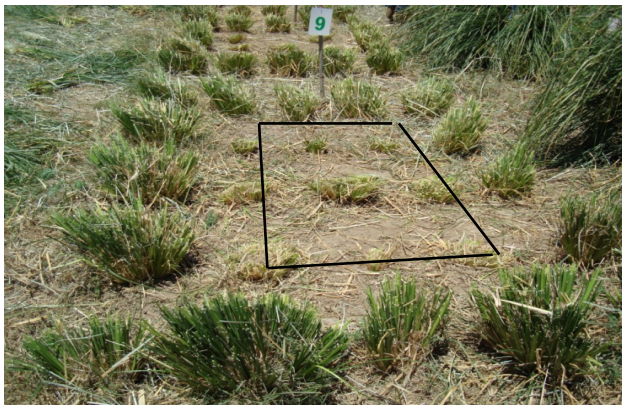


**Figura 6.** Detalle de plantación en campo

En las figuras 7 y 8 se observa una vista general del ensayo a inicios de la cosecha, y el ensayo cosechado, respectivamente, cuyo corte se hizo con machete a unos 10 cm de altura.



**Figura 7.** Vista general del ensayo antes de la cosecha.



**Figura 8.** Vista general del ensayo al momento de la cosecha y las 9 macollas centrales evaluadas.

### Evaluación

La evaluación se hizo a los 6,5 meses de edad, la cual consistió en medir la sobrevivencia en todas y cada una de las parcelas, así como la altura del follaje. El resto de las determinaciones consistió en la medición del perímetro, diámetro y número de esquejes de la corona y peso seco/ macolla (g), realizándose estas últimas 4 mediciones en las 9 macollas centrales para eliminar el efecto bordura (figura 8).

El análisis estadístico de los datos consistió en una prueba de normalidad, análisis de varianza y prueba de medias o rango múltiple de Duncan, a través del paquete estadístico S.A.S, para todos los parámetros señalados, con excepción de la supervivencia y altura, que por presentar una gran uniformidad se hizo sobre toda la parcela. Igualmente se generaron ecuaciones de regresión a fin de estimar con mediciones sencillas el número de esquejes y producción de materia seca del follaje por macolla, en función de las variables perímetro o diámetro de la corona.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Supervivencia.

En las condiciones que prevalecieron durante el ensayo (suelo de origen lacustrino y el manejo señalado) se obtuvo una supervivencia del 100 %, debido posiblemente a las previsiones que se tomaron tanto en la selección y preparación del material, así como a los cuidados posteriores, especialmente la aplicación de un riego complementario semanal.

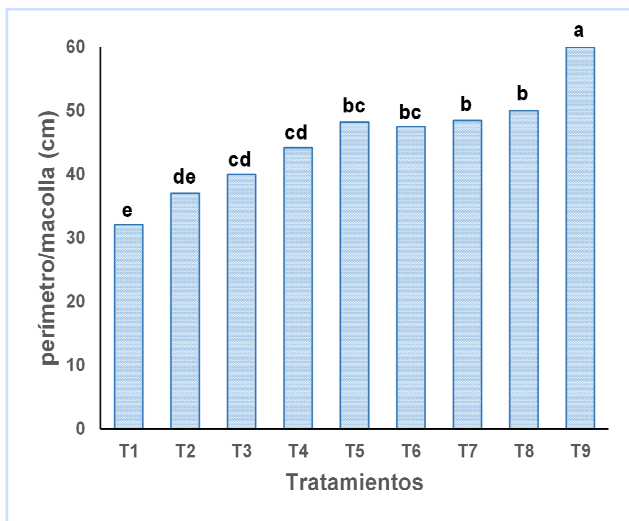
### Altura de la macolla.

La altura promedio alcanzada al momento de la evaluación osciló entre 188 y 192 cm, observándose una gran uniformidad en todos los tratamientos, sin diferencias marcadas entre ellos, por lo que no se le realizó análisis estadístico (figura 7).

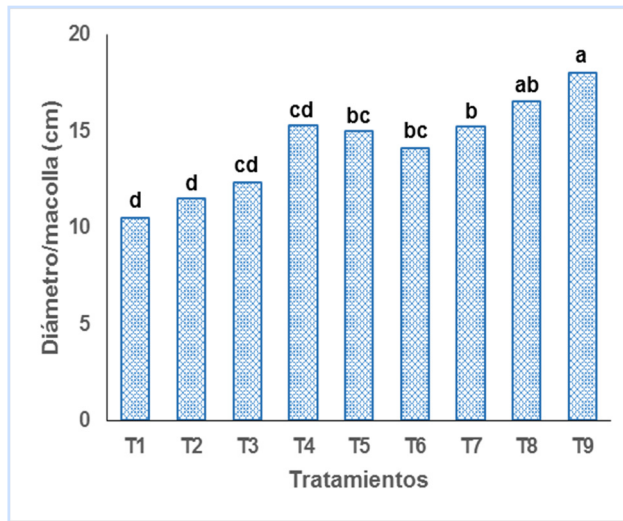
### Desarrollo de la macolla.

Este fue cuantificado a través de las variables: perímetro promedio, diámetro promedio, producción de esquejes (PE), y follaje (PF) en base a peso seco.

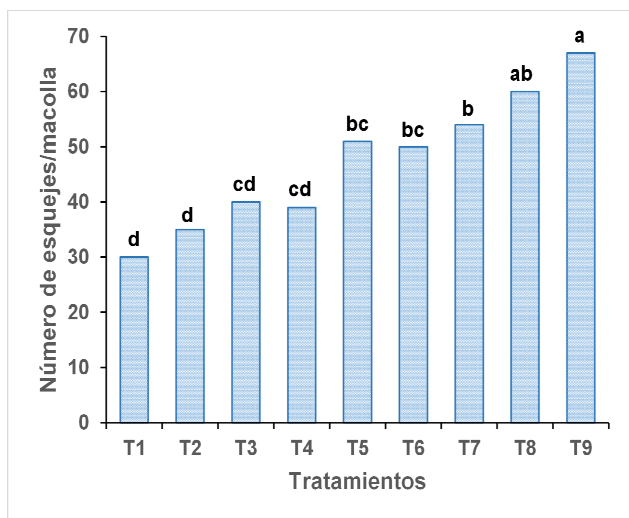
En las figuras 9, 10, 11 y 12 se presentan los resultados para las variables estudiadas.



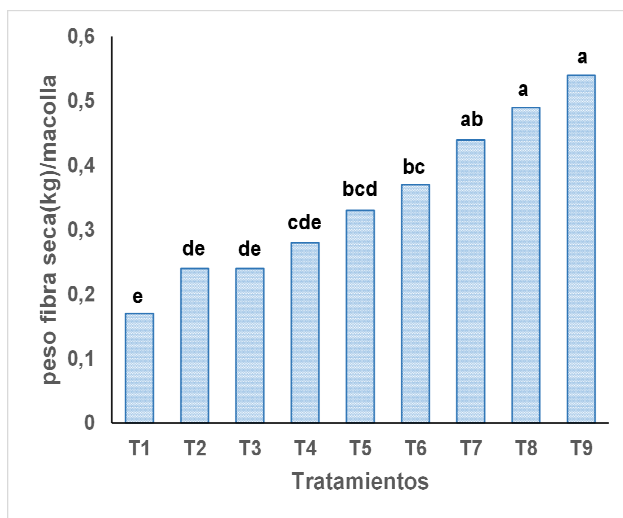
**Figura 9.** Perímetro de la macolla a nivel de la corona en función de la distancia de siembra (Promedios con letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5% de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan)



**Figura 10.** Diámetro de la macolla a nivel de la corona en función de la distancia de siembra (Promedios con letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5% de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan)



**Figura 11.** Número de esquejes por macolla en función de la distancia de siembra (Promedios con letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5% de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan)



**Figura 12.** Producción de materia seca (kg) por macolla en función de la distancia de siembra (Promedios con letras iguales no son significativamente diferentes al nivel de probabilidad del 5% de acuerdo con la prueba de rangos múltiples de Duncan)

El análisis estadístico reveló diferencias significativas entre los tratamientos para todas ellas y la prueba de medias de Duncan los separó en 6 grupos para las 3 primeras variables y en 7 para la última (producción de follaje seco), siendo los valores para los tratamientos T1 y T9 de 30 y 57(cm); 10,5 y 17,8 (cm); 30 y 67 (esquejes) y 0,17 y 0,54 (Kg) para el perímetro, diámetro, número de esquejes y peso por macolla, respectivamente. Estas variables están directamente relacionadas con la distancia de siembra, con tendencia a ser mayores en la medida que aumenta la separación entre macollas, ya que hay un mayor desarrollo de la corona. Experiencias similares son reportadas por Juliard (1999) y Fernández y Morillo (2006). Estos resultados se evidencian con mayor claridad en el cuadro 2, donde se presentan los valores obtenidos para número de esquejes y peso de materia seca del follaje/macolla (kg). Allí al igual que el resto de variables analizadas, se observa el aumento de las mismas en la medida que se pasa de T1 a T9, obteniéndose en este último, 2,2 y 3,2 veces más esquejes y peso de follaje respectivamente, en comparación con el T1, debido a la menor competencia entre las macollas.

**Cuadro 2.** Número de esquejes y producción de follaje seco (kg) por macolla obtenidos en las diferentes densidades de siembra

Variables	TRATAMIENTOS								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
N.E/M <sup>(1)</sup>	30	35	40	39	51	50	54	60	67
F.S/M <sup>(2)</sup>	0,17	0,24	0,24	0,28	0,33	0,37	0,44	0,49	0,54

(1) Número de esquejes por macolla; (2) Materia seca del follaje por macolla (kg)

Al tratarse de multiplicación de material con fines comerciales, que es lo que realmente interesa desde el punto de vista económico, lo más importante es obtener el mayor número de esquejes y/o producción de follaje (peso seco) por superficie efectiva de siembra, bien sea en base a 1 ha o 1 m<sup>2</sup>, lo cual se logra es con las altas densidades. En el cuadro número 3 se presenta un resumen, en donde se visualiza la tendencia que presentan las variables anteriores, así como la cantidad de barreras vivas

factibles de sembrar con el material obtenido por ha en cada una de las densidades, según los criterios establecidos para las barreras vivas. En este caso en particular, se parte de la base de 3 esquejes/punto de siembra y 10 puntos de siembra /m lineal. En consecuencia, esto variará, al variar el número de esquejes / punto y/o la cantidad de puntos/ m lineal. Sin embargo, como ya se ha señalado antes, que la tendencia observada en la producción de esquejes y de follaje por macolla, disminuye en las altas densidades, es decir donde el distanciamiento es menor, pero cuando estos valores son referidos a la unidad de superficie sembrada (ha o m<sup>2</sup>), la tendencia observada es a aumentar la producción con las altas densidades sembradas, ya que éstas compensan con creces la producción total de esquejes y follaje por unidad de superficie, dado el número mayor de puntos de siembra, tal como se refleja en la información del cuadro 1, referido anteriormente.

**Cuadro 3.** Resumen de la producción de macollas y proyección del número de esquejes y follaje obtenidos por unidad de superficie y metros lineales de barreras vivas factibles de sembrar con el material obtenido en función de la densidad de siembra

TRATAMIENTOS									
VARIABLES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
NM/ha (1)	166 666	100 000	111 111	83333	71429	66627	50000	47.619	35.714
NE/ha (2)	5 000	3 888	4 000	3 249	3 642	3 333	2 700	2 857	2 393
FS/ha (3)	001	885	000	987	879	360	000	140	338
B.V (4)	28	24	27	23	24	22	22	23	19
	166,7	129,6	133,3	108,3	121,4	111,1	90,0	95,2	79,8

(1)Número de macollas ha. (2) Número esquejes/ha. (3)Follaje seco/ha (Mg). (4) Barreras vivas km

En este cuadro se destaca la proyección de la producción del vetiver por /ha, tanto en esquejes como en follaje, además de las barreras vivas factibles de sembrar con el material obtenido en las diferentes densidades o distancias de siembra. En todo caso la decisión a tomar en cuanto a la escogencia de la densidad de siembra por parte del productor, va a estar condicionada por un lado, por la superficie y recursos económicos disponibles, y la no interferencia del manejo con las actividades de campo.

En cuanto a las ecuaciones obtenidas para estimar la producción de esquejes y la producción de fibra por macolla, en función del diámetro y el perímetro a nivel de la corona, mostraron una relación lineal con valores de R<sup>2</sup> superiores a 0,94.

**Ecuaciones de regresión generadas:**

**a) Producción de esquejes:**

1). N°E = 1,4783 P - 16,859  
 $R^2 = 0,97$

2). N°E = 1,4783 D - 16,854  
 $R^2 = 0,97$

**b) Producción de follaje:**

1). PSF = 14,818 P - 296,52  
 $R^2 = 0,945$

$$2) \text{PSF} = 46,548 \text{ D} - 296,45$$

$$R^2 = 0,945$$

Donde:

NºE: Número de esquejes  
 PSF: Peso seco/ follaje (kg)  
 P: Perímetro de la macolla (cm)  
 D: Diámetro medio corona (cm)

### CONCLUSIONES

- Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y las variables perímetro, diámetro y número de esquejes/macolla.
- Estas variables aumentaron significativamente en la medida que se disminuyó la densidad de siembra.
- Sin embargo la producción de esquejes/ha, aumenta en forma directa cuando las densidades de siembra son altas.
- La producción de hijos/macolla puede ser estimada a través de ecuaciones de regresión, determinadas en función del perímetro o el diámetro de la macolla medidos a nivel de la corona.
- La decisión de la densidad a utilizar va a estar en función de la disponibilidad de recursos y la forma de manejo. Si éste no es mecanizado y la superficie es escasa, se recomienda usar densidades más altas.

### LITERATURA CITADA

- Chomchalow**, N. 2000, Techniques of vetiver propagation with special reference to Thailand. Office of the Royal Development Projects Board. Bangkok, Thailand. technical bulletin Nº 2000/1. 20 p..
- Fernández**, N., y **Morillo**, M. 2006. Efecto de la densidad de siembra del vetiver (*Chrysopogon zizanioides* L) en la producción de plantas madres en condiciones de campo. VI Conferencia Internacional de Vetiver. Caracas. Venezuela. 8p.
- Juliar**, C. 1999. Prácticas óptimas recomendadas en la siembra y multiplicación del pasto vetiver para la prevención de caminos, obras de concreto y muros de contención. Taller de Bioingeniería para la Construcción Post Mitch. San Salvador. El Salvador. Anexo 3 p. 1-10,
- Noya**, P. M. J. 2002. Evaluación de diferentes métodos de propagación, establecimiento y mantenimiento de barreras vivas de vetiver (*Chrysopogon zizanioides*), como práctica de conservación de suelos y aguas. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. UCV. Maracay. Venezuela. 134 p.
- RED LATINOAMERICANA DEL VETIVER**. 1999 a. Usos alternativos para El vetiver. Boletín vetiver Nº 2. Octubre 1996. p.10-12.
- RED LATINOAMERICANA DEL VETIVER**. 1999 b. Resumen de las investigaciones de Conservación de Suelos y Aguas en Venezuela. Boletín Vetiver Nº 2. Octubre 1996. p.13-16.
- Rodríguez**, O. 1999. Experiencias recientes sobre las aplicaciones del vetiver en Bioingeniería en el ámbito Internacional. Taller de Bioingeniería para la Construcción Post Mitch. San Salvador. El Salvador. p. 23-32.
- Rodríguez**, O. 2002. Establecimiento exitoso de barreras de vetiver en el terreno. Boletín Vetiver Nº 10, Mayo 2002. p. 15-17.
- Troung**, P.N y D.E. **Baker**. 1996. Effects of some adverse soil conditions on the growth of *Vetiveria zizanioides* L. International Conference of Vetiver: A Miracle Grass. Tailandia. 18 p.