

Evaluación de la emergencia y las características morfológicas iniciales de *Tamarindus indica* L. con fines agroforestales

Emmy Flores¹, P. Moratinos¹, Maribel Ramírez² y D. E. García¹

¹Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Experimental Trujillo,
Pampanito, Trujillo 3152, Venezuela

E-mail: eflores@inia.gob.ve

²Departamento de Botánica. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia (LUZ), Venezuela

Resumen

En el estado Zulia, Venezuela, se evaluó en un primer experimento el efecto de la posición de siembra (PS) y el tiempo de almacenamiento (TA) de semillas de *Tamarindus indica* L., y en un segundo ensayo se analizó la emergencia y las características morfológicas de las plántulas mediante un diseño totalmente aleatorizado. La PS correspondió a semillas sembradas con el hilo hacia abajo, el hilo hacia arriba colocadas horizontalmente; mientras que el TA fue de uno y ocho meses. Transcurridos 30 días, los efectos de la PS, el TA y la interacción PSxTA fueron significativos en el porcentaje de emergencia (PE), la tasa de emergencia (TE), la altura de la plántula (AP), la longitud de la raíz (LR), el número de hojas (NH) y el número de nudos (NN) por plántula. Las semillas con un mes de almacenamiento y sembradas con el hilo hacia abajo mostraron los mejores resultados (PE: 97,5%; TE: 22,3 días); mientras que las semillas recién cosechadas sin almacenamiento y sembradas con el hilo hacia abajo, aportaron resultados sobresalientes (PE: 96,56%; TE: 22,92 días). Se observó una correlación significativa en todas las variables medidas, excluyendo el NH con AC, y el DT con AC y NH. Se concluye que para propagar eficazmente *T. indica* y establecer sistemas agroforestales, se deben emplear semillas recién cosechadas o bien con un mes de almacenamiento, sembrándolas con el hilo hacia abajo.

Palabras clave: agroforestería, almacenamiento, emergencia, *Tamarindus indica*

Introducción

Con la evolución del concepto de agricultura sustentable se han comenzado a utilizar los sistemas agroforestales, los cuales incluyen los árboles forrajeros leguminosos debido a sus cualidades multipropósitos (Navarro y González, 1999), amplio margen de adaptación y capacidad de producción (Santana, 2007).

Entre este grupo de especies promisorias se encuentra el tamarindo (*Tamarindus indica* L.), árbol perteneciente a la subfamilia *Caesalpinaceae*, de 15-20 m de altura, copa hemisférica, tronco rugoso, de coloración grisácea (Avilán *et al.*, 1992), el cual oriundo de Asia (Hoyos, 1994) o África tropical (Parrota, 1990; Avilán *et al.*, 1992; Grollier *et al.*, 1998) y en la actualidad es ampliamente cultivado en las regiones tropicales y subtropicales por el valor nutricional de sus frutos para los humanos y su follaje para los animales, así como por la belleza de sus partes, que le confiere categoría de árbol ornamental y de sombra (Hoyos, 1994; De Oliveira *et al.*, 2006).

En América se introdujo en el siglo XVI y aunque las plantas americanas difieren en ciertos caracteres de las asiáticas, no se justifica separarlas como especies diferentes; en Venezuela está muy difundido particularmente en las tierras bajas y cálidas del norte del país (Avilán *et al.*, 1992; Hoyos, 1994), debido a que en estas

condiciones manifiesta su mejor comportamiento. Tiene gran capacidad de adaptación a suelos con diferente textura, pero es indispensable que sean profundos (Avilán *et al.*, 1992).

El fruto tiene una gran demanda en todo el mundo, debido a sus cualidades medicinales y nutricionales, y a su empleo para la elaboración de refrescos, dulces, jaleas, licores y jarabes.

En Brasil se utiliza como condimento para arroz, carnes, pescados y otros alimentos. Su pulpa se emplea como relleno en pastelerías y en la industria del chocolate (Parrota, 1990; Dalla, 1993; Hoyos, 1994; De Oliveira *et al.*, 2006). El fruto también contiene azúcares (del 30 al 40% sobre la base del peso), hasta 11% de ácidos orgánicos tales como cítrico, acético, ascórbico (vitamina C) y principalmente tartárico, pectina, vitaminas y minerales (Parrota, 1990; Avilán *et al.*, 1992; Dalla, 1993; Hoyos, 1994; Grolier *et al.*, 1998). El desecho del procesamiento industrial y artesanal del fruto es un excelente alimento complementario para los rumiantes y los monogástricos. Además, el follaje posee un contenido elevado de proteína y minerales para suplementar los animales en los sistemas integrados de producción, donde el follaje de los árboles multipropósitos constituye una opción viable para enriquecer las dietas de mala calidad, sobre todo en la época de menor disponibilidad de pastos (Parrota, 1990).

Las semillas descortezadas contienen un 46-48% de una sustancia formativa de gelatina, empleada para las operaciones de apresto y acabado de algodón. La madera es dura, aunque muy susceptible al ataque de comején (*Nasutitermes costalis*); tiene utilidad como combustible y para ebanistería (Dalla, 1993); las semillas molidas también se pueden usar como concentrado proteico para el ganado y las hojas producen un colorante rojo, el cual se usa para dar un matiz amarillo a las telas previamente teñidas con añil (Parrota, 1990).

En el país este frutal normalmente se propaga a través de semilla botánica, ya que la germinación ocurre alrededor de una semana después de la siembra (Avilán *et al.*, 1992; Dalla, 1993). El poder germinativo de la semilla es prolongado y debido a su tamaño no presenta problemas en su transporte o almacenamiento. Las semillas deben estar sanas, sin daños mecánicos (Avilán *et al.*, 1992), y provenir de árboles de buena producción; se recomienda tratarlas con desinfectantes antes de su estratificación (Hartmann y Kester, 2000). Otro aspecto importante es la maduración del fruto, ya que si la semilla se cosecha cuando el embrión aún no ha alcanzado un desarrollo suficiente, es posible que resulte delgada, de poco peso, arrugada, de mala calidad y vida corta, afectando su capacidad de germinación; según Navarro (2003), probablemente este sea el evento fenológico más importante que influye en el éxito de una plantación, ya que representa el momento en el cual una plántula se hace independiente de las reservas seminales no renovables (originalmente producidas por sus progenitores) y comienza el autotrofismo fotosintético.

Una de las características de la reproducción por semilla es la variabilidad que puede existir dentro de un grupo de plántulas. En la naturaleza esta característica es importante, ya que proporciona el material genético que permite la adaptación continua de una especie determinada al medio ambiente. Por ello los procesos fisiológicos en el tamarindo así como los valores y tiempos de emergencia son aspectos primordiales, debido a su importancia técnica y económica en el viverismo industrial y en la obtención de patrones para la aplicación de la

técnica de injertación, la cual permite obtener plantaciones genéticamente uniformes, así como producir frutos en un menor tiempo debido a la precocidad de las plantas, que es inducida por esta técnica tan importante en la actualidad (Hartmann y Kester, 2000).

Por otra parte, en los sistemas agroforestales de Venezuela, la asociación con árboles frutales de naturaleza multipropósito ha sido la modalidad menos utilizada, ya que en muchos casos no se conoce con exactitud el comportamiento morfológico de las plantas en la primera etapa de crecimiento, para su posterior establecimiento en campo.

Debido a la importancia que presenta en el país la multiplicación y el establecimiento de los sistemas que incluyan *T. indica*, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la posición de siembra y del tiempo de almacenamiento de las semillas en la emergencia, así como analizar el proceso de emergencia y las características morfológicas de las plántulas en la etapa inicial de crecimiento.

Materiales y Métodos

El estudio se efectuó en el propagador del vivero universitario de la Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, estado Zulia, Venezuela; ubicado geográficamente a 10°41'12" de latitud Norte y 71°38'05" de longitud Oeste y altitud de 25 msnm, el cual está enmarcado en una zona ecológica de bosque muy seco tropical con precipitaciones promedio anuales de 500 a 600 mm; la temperatura promedio anual es de 29°C, con una humedad relativa de 79% y una evapotranspiración de 2 500 mm/año (Ewel *et al.*, 1976).

Las semillas se recolectaron en la granja "Las Marías", situada en el sector La Rinconada del municipio Maracaibo, estado Zulia. Inicialmente se recolectaron los frutos maduros, para lo cual se colocó un plástico debajo de las plantas madres con el fin de evitar el contacto de las legumbres con el suelo y prevenir así la contaminación por los microorganismos. Posteriormente, los frutos se remojaron en agua potable durante 15 minutos, antes de proceder al despulpe para la extracción de las semillas, descartándose aquellas que tenían daños mecánicos. Las restantes se lavaron con 3 g de detergente comercial en polvo (Ariel ®), sulfato de sodio (BDH) y dodecibenceno sulfonato de sodio (BDH por litro); posteriormente se enjuagaron cuatro veces con agua. Después se realizó una segunda selección, descartándose aquellas que flotaron al ser sumergidas en agua. El secado de las semillas se realizó sobre papel absorbente, a temperatura ambiente, bajo sombra, durante 15 minutos y se almacenaron a 10±1°C. Como tratamiento pregerminativo, estas se remojaron con agua durante 24 h antes de la siembra.

Para la siembra se empleó un semillero con una mezcla de arena (capa vegetal) y abono de río (materia orgánica vegetal descompuesta, arrastrada por las corrientes fluviales y depositada en la orilla) en proporción 2:1, previamente desinfectada con formol cuaternario (BDH) al 40%, en dosis de 150 mL por 10 L de agua por metro cuadrado. El riego manual se realizó con una frecuencia interdiaria.

Experimento 1. Efecto de la posición de siembra y el tiempo de almacenamiento en la emergencia de las semillas de *T. indica*

Se sembraron un total de 480 semillas procedentes de dos tiempos de almacenamiento (TA) (1 y 8 meses), a temperaturas de $10\pm 1^{\circ}\text{C}$, y tres posiciones de siembra (PS) (con el hilo hacia abajo, el hilo hacia arriba y colocando la semilla en forma horizontal con respecto a la superficie del suelo). De la combinación de los factores TA y PS se formaron seis tratamientos y se empleó un diseño totalmente al azar.

Las semillas se sembraron con una separación de 5 cm, aproximadamente, y entre hileras de 7 cm. Por cada tratamiento se emplearon 80 semillas distribuidas en cuatro hileras, con 20 semillas cada una. A partir de los ocho días de la siembra se cuantificó, cada cuatro días, el porcentaje de semillas emergidas (PE) y la tasa de emergencia (TE); estos valores se determinaron a través de las ecuaciones propuestas por Hartmann y Kester (2000):

$$\text{PE} = \text{Número de semillas emergidas} \times 100 / \text{Número total de semillas}$$

$$\text{TE} = \frac{N_1 * T_1 + N_2 * T_2 + N_3 * T_3 + \dots + N_n * T_n}{\text{Número total de semillas emergidas}}$$

Donde: N = número de semillas que emergieron dentro de los intervalos de tiempo consecutivos y T = tiempo transcurrido entre el inicio de la prueba y el final del intervalo de medición.

A los 30 días se contabilizó el número de hojas (NH) y el número de nudos (NN); además se midió la altura de la plántula (AP), la cual se consideró desde la base del tallo hasta el ápice. La longitud de la raíz (LR) se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la raíz principal.

Los datos de las variables evaluadas se procesaron utilizando el programa estadístico SAS (1987) y se empleó la prueba de Tukey cuando hubo efectos significativos.

Experimento 2. Emergencia y características morfológicas de las plántulas de *T. indica*

Se sembraron un total de 780 semillas frescas, sin almacenamiento, con el hilo hacia abajo, considerando una distancia entre hileras de 7 cm y 5 cm entre semillas, aproximadamente, para un número de 39 hileras y 20 semillas por cada una. A partir de los ocho días se registró, con una frecuencia de cuatro días, el PE total y parcial, y la TE. A los 54 días se contó el NH y el NN, y se midió el diámetro del tallo (DT), la AP, la altura del cotiledón (AC) y la LR. La AC se midió desde la base del tallo hasta la altura de los cotiledones. Para la AP y la LR se siguió el mismo procedimiento del experimento 1.

En el análisis de los datos se utilizaron las estadísticas descriptivas de resumen y el coeficiente de correlación lineal de Pearson para la correlación de variables (SAS, 1987). El PE se transformó según la ecuación arco seno $(X+1)^{1/2}$ para ajustarla a la normalidad.

Resultados y Discusión

Experimento 1

El análisis de varianza mostró que los efectos de los factores principales PS y TA y de la interacción PSxTA fueron medianamente significativos ($P < 0,01$) en el PE, TE y AP. La combinación PSxTA también resultó significativa ($P < 0,05$) para la LR, el NN y el NH (tabla 1). En este sentido, Buitrago *et al.* (2004) informaron que los meses de almacenamiento (0 y 5 meses) presentaron diferencias significativas para la variable longitud de raíz en las plántulas de níspero (*Manilkara zapota* (Van Royen) (Jacq) Gill).

Tabla 1. Análisis de varianza del porcentaje de emergencia, tasa de emergencia y las características morfológicas de plántulas de *T. indica*.

Table 1. Variance analysis of the emergence percentage, emergence rate and morphological characteristics of *T. indica* seedlings.

Fuente de variación	Porcentaje de emergencia	Tasa de emergencia	Altura de la plántula	Longitud de la raíz	Número de nudos	Número de hojas	Diámetro del tallo
Posición de siembra (PS)	**	**	**	ns	ns	ns	ns
Tiempo de almacenamiento (TA)	**	**	**	*	*	*	ns
PS x TA	**	**	**	*	*	*	ns

**Medianamente significativo (P<0,01).

*Significativo (P<0,05).

ns: no significativo (P>0,05).

Las semillas con un mes de almacenamiento y sembradas con el hilo hacia abajo (tabla 2) tuvieron un mayor PE (97,5%), y se diferenciaron estadísticamente de las colocadas con el hilo hacia arriba (86,2%) o en posición horizontal (82,5%). La disminución en el PE pudo deberse a que a medida que las semillas envejecen o tienen mayor tiempo de almacenamiento, las proteínas del protoplasma se coagulan lentamente, las sustancias reguladoras que intervienen en la respiración pierden a menudo su actividad y las células, su capacidad de dividirse (Pineda, 2004; Him y Hernández, 2008). Fuentes (1966) señaló que la germinación en el merey (*Anacardium occidentale* L.), a diferentes profundidades y posiciones de siembra, no se afectó por esta última, lo cual no coincide con los resultados del presente trabajo.

Tabla 2. Efecto de la posición de siembra y del tiempo de almacenamiento en la emergencia y las características morfológicas de plántulas de *T. indica*.

Table 2. Effect of the planting position and storage time on the emergence and morphological characteristics of *T. indica* seedlings.

Posición de siembra	Tiempo de almacenamiento	Emergencia (%)	Tasa de emergencia (días)	Altura de la plántula (cm)	Longitud de la raíz (cm)	Número de nudos	Número de hojas	Diámetro del tallo (mm)
Semillas con el hilo hacia abajo	1 mes	97,50 ^a	22,30 ^d	14,53 ^a	20,48 ^a	3,28 ^a	4,20 ^a	1,70
	8 meses	31,25 ^d	28,30 ^b	10,43 ^c	15,08 ^b	2,24 ^b	3,00 ^c	1,60
Semillas con el hilo hacia arriba	1 mes	86,25 ^{bc}	25,10 ^c	12,23 ^b	19,35 ^a	3,00 ^a	3,80 ^b	1,60
	8 meses	22,50 ^e	32,30 ^a	8,48 ^d	11,01 ^c	2,10 ^b	2,90 ^c	1,50
Semilla colocada en posición horizontal	1 mes	82,50 ^b	24,80 ^c	13,65 ^b	21,43 ^a	3,00 ^a	4,00 ^a	1,60
	8 meses	23,75 ^e	31,90 ^a	7,42 ^d	14,98 ^b	2,15 ^b	2,79 ^c	1,50

a, b, c, d, e Medias con letras distintas en la misma columna difieren significativamente (P<0,05).

En las semillas con ocho meses de almacenamiento el PE fue bajo para todas las PS, lo cual indica que presentaron un período germinativo corto, comportamiento que difiere de lo descrito por Avilán *et al.* (1992) acerca de que las semillas de esta especie tienen un prolongado poder germinativo. Sin embargo, coincide con los resultados informados por González (2003), quien estudió el efecto del almacenamiento en condiciones ambientales en el comportamiento germinativo de *Bauhinia purpurea* y obtuvo un decrecimiento significativo de la germinación, que varió desde 98% en la semilla recién cosechada (0 mes) hasta 0% a los 9 meses. Al respecto, Navarro y Lezcano (2007) obtuvieron, en semillas de *B. purpurea* almacenadas al ambiente, un 96% de disminución de la capacidad germinativa en tan solo siete meses.

La menor TE o días promedio a la emergencia se presentó en las semillas con un mes de almacenamiento y la posición del hilo hacia abajo (22,3 días). Para las otras posiciones ésta tendió a ser mayor. Sin embargo, en las semillas con ocho meses de almacenamiento el tiempo requerido fue mayor, resultado que contrasta con el obtenido para el tamarindo (siete días) por Avilán *et al.* (1992), aunque se asemeja al informado (22 días) por Mármol y Viloría (1995).

Transcurridos 30 días de la siembra se encontró que las plántulas, obtenidas a partir de semillas con un mes de almacenamiento y sembradas con el hilo hacia abajo, mostraron los máximos valores en las características morfológicas: AP (14,53 cm), LR (20,48 cm), NN (3,28), NH (4,2) y DT (1,7 mm). Para la variable LR, los resultados se corresponden con los obtenidos por Mármol y Viloría (1995).

Experimento 2

Las semillas de tamarindo sin almacenamiento y sembradas con el hilo hacia abajo, emergieron a partir del octavo día (PE: 1,28%) hasta alcanzar 96,5% a los 30 días después de la siembra; posteriormente los valores permanecieron sin variación (fig. 1), lo que demostró una energía germinativa alta en las semillas recién cosechadas. Las semillas describieron una curva de emergencia (total) típica. La curva de emergencia parcial mostró altos incrementos regulares, en cada intervalo de cuatro días, entre los 18 y 30 días. Los PE indicaron la alta capacidad germinativa de las semillas, lo cual se corresponde con lo citado por Avilán *et al.* (1992), y resultaron altos al compararlos con lo informado por Mármol y Viloría (1995); estos porcentajes variaron en función del peso de la semilla y fueron superiores en aquellas de mayor peso (88%). También coinciden con los obtenidos por Yépez (2005) para *Bauhinia monandra* (95,6%) y *Thevetia peruviana* (62,0%), al evaluar el efecto de la escarificación química y mecánica en la emergencia de dichas especies, respectivamente, y con los reportados por Caraballo (2008) en *Hymenaea courbaril* y *Cassia fistula*, quien obtuvo como promedio 44,29% y 39,50%, respectivamente, al estudiar la influencia de los tratamientos pregerminativos en la emergencia.

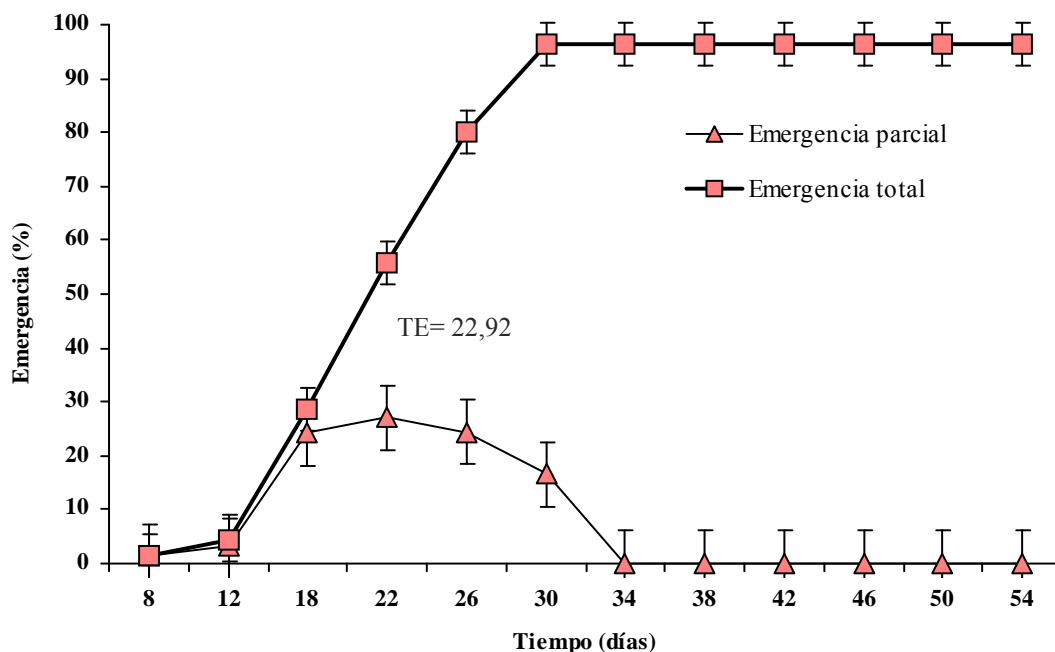


Fig. 1. Porcentaje de emergencia y tasa de emergencia (TE) en semillas de *T. indica* recién cosechadas, sin almacenamiento y sembradas con el hilo hacia abajo.

Fig. 1. Emergence percentage and emergence rate (ER) in newly-harvested *T. indica* seeds, without storage and planted with the hilum facing down.

Por otra parte, al evaluar el desarrollo de los frutos y las semillas de *T. indica* desde el comienzo de la antesis, De Oliveira *et al.* (2006) obtuvieron valores superiores al 90% de germinación, en los 160-280 días posteriores; ello confirmó la elevada viabilidad de las semillas cosechadas, que coincidió con la maduración del fruto.

Por otra parte, las plántulas presentaron el tipo de germinación epigea debido a que el hipocótilo se alargó y elevó los cotiledones sobre el terreno (Parrota, 1990; Grolier *et al.*, 1998). La TE o días promedio fue de 22,92 días, valor que coincide con el indicado por Mármol y Vilorio (1995) y difiere del informado por Avilán *et al.* (1992) y Dalla (1993). Esto puede deberse a que, las semillas de esta especie al igual que las de muchas leguminosas arbóreas presentan una cubierta dura e impermeable al agua, que requiere de más de una semana para romperla y emerger.

Las características morfológicas de las plántulas (54 días de edad) de semillas frescas sembradas con el hilo hacia abajo se presentan en la tabla 3. Los valores de la desviación estándar, los coeficientes de variación, el valor mínimo, el valor máximo, la moda, la mediana y el rango en todas las variables mostraron que hubo variabilidad morfológica, la cual se consideró baja ($CV \leq 22\%$) para AP, AC y DT, y alta ($CV > 22\%$) para LR, NH y NN. Este comportamiento se relacionó con la elevada calidad de las semillas, las cuales produjeron plántulas con un desarrollo normal y homogéneo, aspectos muy importantes en la medición de dicho indicador (Hartmann y Kester, 2000; Sánchez y Ramírez, 2006). La variabilidad en las plántulas se asoció a que la mayoría de los frutales, entre éstos el tamarindo, son netamente heterocigotos y de polinización cruzada, situación que conduce a la segregación genética en la descendencia (Caso, 1992). En plántulas de níspero (Buitrago *et al.*,

2004), merey (Perozo *et al.*, 2006), cují (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) y leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) (Sánchez y Ramírez, 2006) también se ha reportado alta variabilidad morfológica.

Tabla 3. Análisis estadístico de las características morfológicas de las plántulas de *T. indica*.
Table 3. Statistical analysis of the morphological characteristics of *T. indica* seedlings.

Características morfológicas	Media \pm DE	CV (%)	Valor mínimo	Valor máximo	Moda	Mediana	Rango
Altura de la plántula (cm)	13,32 \pm 2,82	21,17	3,50	20,70	15	13,50	17,20
Altura del cotiledón (cm)	7,31 \pm 1,62	22,16	2,50	16,10	8	7,60	13,60
Longitud de la raíz (cm)	20,11 \pm 5,10	25,36	3	36	21	21	33
Número de hojas	4,18 \pm 1,23	29,43	1	10	4	4	9
Número de nudos	2,86 \pm 1,08	37,76	1	8	3	3	7
Diámetro del tallo (mm)	1,61 \pm 0,34	21,12	1	3	2	1,50	2

Número de observaciones: 635. DE: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación.

A los 54 días; las plántulas presentaron: 13,32 \pm 2,82 cm de AP; AC de 7,31 \pm 1,62 cm; una LR de 20,11 \pm 5,10 cm; 4,18 \pm 1,23 hojas; 2,86 \pm 1,08 nudos y DT de 1,61 \pm 0,34 mm. La AC y el DT mostraron que estas se encontraban aptas para la práctica de injertos. En este sentido, la zona próxima a los cotiledones se considera muy importante en el prendimiento de injertos, debido a que presenta una alta respuesta morfogénica (Hartmann y Kester, 2000). Asimismo, las plántulas presentaron características óptimas para ser trasplantadas a campo con fines agroforestales, ya que se encontraban vigorosas para enfrentarse a las afectaciones causadas por el estrés, tanto biótico como abiótico. Parrota (1990) indicó que el trasplante de plántulas más grandes y de mayor edad es más difícil. Al comparar las características morfológicas de las plántulas con las obtenidas por Mármol y Viloría (1995), hubo correspondencia en el caso de la LR, aunque la AP y el NN contrastaron con lo señalado por dichos investigadores: entre 16,75 y 21,70 cm y entre 3,69 y 4,76, respectivamente, a los 28 días; estas diferencias pueden ser atribuidas a la densidad de siembra.

Las correlaciones entre AP-AC ($r = 0,42420$), AP-LR ($r = 0,34331$), AP-NH ($r = 0,41753$), AP-NN ($r = 0,33152$), AC-LR ($r = 0,17708$), LR-NH ($r = 0,19063$), LR-NN ($r = 0,16334$), LR-DT ($r = 0,11777$), NH-NN ($r = 0,81854$) y NN-DT ($r = 0,10930$) resultaron positivas y medianamente significativas ($P < 0,01$); la correlación AP-DT ($r = 0,09438$) fue positiva y significativa ($P < 0,05$) y las demás resultaron no significativas (tabla 4). Aun cuando hubo correlación positiva y significativa, los valores fueron bajos ($r < 0,50$), excepto entre el NH y el NN ($r > 0,80$).

Tabla 4. Coeficiente de correlación lineal de Pearson para las variables en plántulas de *T. indica*.
 Table 4. Pearson's linear correlation coefficient for the variables in *T. indica* seedlings.

Características morfológicas	Altura del cotiledón (cm)	Longitud de la raíz (cm)	Número de hojas	Número de nudos	Diámetro del tallo (mm)
Altura de la plántula	0,42420 **	0,34331 **	0,41753 **	0,33152 **	0,09438 *
Altura del cotiledón		0,17708 **	0,00529 ns	- 0,01492 ns	- 0,03222 ns
Longitud de la raíz			0,19063 **	0,16334 **	0,11777 **
Número de hojas				0,81854 **	0,04199 ns
Número de nudos					0,10930 **

**Medianamente significativo (P<0,01). *Significativo (P<0,05); ns: no significativo (P>0,05).

El análisis evidenció que a mayor AP, la LR, AC, NH, NN y DT tendieron a incrementarse; a mayor LR hubo aumento en NH, NN y DT. En las plántulas que presentaron mayor AC, la LR tendió a valores más altos. Además se encontró que a mayor NH se incrementó el DT. En el caso de un mayor NH, las plántulas tuvieron más área fotosintética y, por ende, más producción de fotoasimilados en la planta, lo que asegura el crecimiento y una mejor calidad (Salisbury y Ross, 2000). Al evaluar tratamientos pregerminativos, Sánchez y Ramírez (2006) encontraron en las plántulas de *L. leucocephala* un comportamiento semejante en la correlación de las variables AP con LR, DT y NH, LR con DT y NH, e igualmente para NH con DT, y en las plántulas de *P. juliflora* hubo correlaciones entre AP-LR, AP-NH y de LR con NH. Esto se debe a que tanto la copa como la raíz están involucradas en el crecimiento y desarrollo de la planta.

Conclusiones

La propagación del tamarindo con fines agroforestales mediante el empleo de semillas recién cosechadas sin almacenamiento, o con un mes de almacenamiento y sembradas ambas con el hilo hacia abajo, permitió obtener un alto porcentaje de emergencia (97,5 y 96,5%, respectivamente), después de 30 días. Las plántulas de semillas recién cosechadas sembradas con el hilo hacia abajo, a los 54 días después de la siembra, presentaron características morfológicas adecuadas y se encontraron aptas para su injertación, así como para ser trasplantadas a campo. Se detectaron correlaciones significativas entre la mayoría de las variables; la correlación entre el número de hojas y el número de nudos fue alta.

Agradecimientos

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia (LUZ) por el apoyo prestado a esta investigación, que forma parte del Proyecto “Propagación de especies de interés frutícola y ornamental” registrado en el CONDES bajo el No. 0637-02; así mismo, al vivero universitario de LUZ por proporcionar sus instalaciones para llevar a cabo esta investigación.

Referencias bibliográficas

Avilán, L. *et al.* 1992. Manual de fruticultura. Segunda edición. Editorial América. 1469 p.

- Buitrago, N. *et al.* 2004. Efecto del almacenamiento de las semillas y la condición postsiembra sobre la germinación y algunas características morfológicas de plántulas de níspero (*Manilkara zapota* (Van Royen) (Jacq) Gill) a nivel de vivero. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 21:344
- Caraballo, L. 2008. Evaluación de tratamientos para estimular la germinación de dos especies leguminosas forrajeras arbóreas algarrobo (*Hymenaea courbaril* L.) y cañafistolo llanero (*Cassia fistula*) y desarrollo en fase de vivero de algarrobo (*Hymenaea courbaril* L.). Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Cabudare, Estado Lara, Venezuela. 82 p.
- Caso, O.H. 1992. Juvenilidad, rejuvenecimiento y propagación vegetativa de las especies leñosas. *Agriscientia* 9:5
- Dalla, K. 1993. *Tamarindus indica* a widely adapted, multipurpose fruit tree. Agroforestry for the Pacific technologies. Disponible en: www.winrock.org/forestry/facnet.htm. Consulta: [01-01-2009].
- De Oliveira, Katia *et al.* 2006. Desenvolvimento de frutos e sementes de tamarindo. *Rev. Bras. Frutic.* 28:351
- Ewel, J. *et al.* 1976. Zonas de vida en Venezuela. Memoria explicativa sobre mapa ecológico. Ministerio de Agricultura y Cría (MAC). Segunda edición. Editorial Sucre. Caracas, Venezuela. 270 p.
- Fuentes, G. 1966. Propagación del merey. *Revista de Horticultura Frutícola*. 1:26
- González, Yolanda. 2003. Comportamiento germinativo y deterioro de las semillas de *Bauhinia purpurea* almacenadas al ambiente. *Pastos y Forrajes*. 26:115.
- Grollier, C. *et al.* 1998. Principales caractéristiques et voies de valorisation du tamarin. *Fruits* 53:271.
- Hartmann, H. & Kester, D. 2000. Propagación de plantas. Principios y prácticas. A. Ambrosio (Tr.). Octava edición. Editorial Continental. México. 760 p.
- Him, Yijam & Hernández, N. 2008. Propagación sexual de plantas. Guía práctica N° 3. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Cabudare, Estado Lara, Venezuela. 34 p.
- Hoyos, J. 1994. Frutales en Venezuela. Segunda edición. Sociedad de Ciencias Naturales Fundación La Salle. Monografía n° 36. p 137-138.
- Mármol, L. & Viloria, Z. 1995. Efecto del peso de la semilla sobre la germinación de tamarindo (*Tamarindus indica* L.). VI Jornadas Científico Técnicas de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia. IIA. p. 25.
- Navarro, Marlen. 2003. Desempeño fisiológico de las semillas de árboles leguminosos de uso múltiple en el trópico. *Pastos y Forrajes* 26:97
- Navarro, Marlen & González, Yolanda. 1999. Identificación del periodo de latencia en tres especies de árboles leguminosos. *Pastos y Forrajes*. 22:239
- Navarro, Marlen & Lezcano, J.C. 2007. Efecto del método de secado en la longevidad y la calidad de las semillas de *Bauhinia purpurea*. I. Almacenamiento en condiciones ambientales. *Pastos y Forrajes*. 30:437
- Parrota, J. 1990. *Tamarindus indica* L. Tamarindo. Disponible en: www.fs.fed.us/global/iitf/tamarindusindica.pdf. Consulta: [01-01-2009]

- Perozo, A. *et al.* 2006. Germinación y caracterización morfológica de plántulas de merey (*Anacardium occidentale* L.). *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 23:17
- Pineda, M. 2004. Resúmenes de Fisiología vegetal. Servicios de publicaciones de la Universidad de Córdoba, Córdoba, España. 204 p.
- Salisbury, F & Ross, C. 2000. Fisiología de las plantas. J. Alonso (Tr.). Primera edición. Editorial Paraninfo Thomson Learning. España. 988 p.
- Sánchez, Yamilet & Ramírez, Maribel. 2006. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 23:257
- Santana, M. 2007. Fijación biológica de nitrógeno por leguminosas arbóreas para sombra de café en Puerto Rico. Trabajo de grado para optar al título de Maestro en Ciencias. Mención Agronomía. Ingeniero Agrónomo. Universidad de Puerto Rico. Mayagüez, Puerto Rico. 91 p.
- S. A. S. Institute, INC. 1987. S. A. S. (Statistical Analysis System). The Institute INC, Cary, NC, USA.
- Yépez, Florangel. 2005. Tratamientos pregerminativos, poda de raíces y frecuencia de riego en plantas de urape (*Bauhinia monandra* Kurz) y retama (*Thevetia peruviana*) durante las fases tempranas de crecimiento en vivero. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Cabudare, Estado Lara, Venezuela. 58 p.

Recibido el 27 de enero del 2009

Aceptado el 30 de marzo del 2009