

## Respuestas morfológicas de especies leñosas forrajeras a defoliación simulada y estrés hídrico en el norte del trópico seco nicaragüense

Madelyn Patricia Centeno Cruz

[madelyn.cruz1997@gmail.com](mailto:madelyn.cruz1997@gmail.com)

Boanerge Concepción Pérez Ramírez

[boanerperez@gmail.com](mailto:boanerperez@gmail.com)

Franci Stefani Palma Huete

[franci\\_huete@yahoo.es](mailto:franci_huete@yahoo.es)

MSc. Verónica Lisbeth Ruiz

MSc. Oscar Rafael Lanuza

MSc. Kenny López Benavides

Los sistemas silvopastoriles son una alternativa para la conservación de la biodiversidad y captación de carbono. El objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta de caracteres morfológicos de especies leñosas forrajeras nativas: *Enterolobium cyclocarpum* Jacq. *Gliricidia sepium* Jacq. Kunth ex Walp y una especie foránea *Moringa oleífera* Lam. En la Estación Experimental para el estudio del trópico seco El Limón. Se realizó un experimento bajo condiciones controladas de invernadero. Se utilizó un diseño factorial que cruzo la disponibilidad de agua (con estrés, sin estrés) con la herbivoría (corte, sin corte) siguiendo un Diseño Completamente al Azar (4 tratamientos \* 3 especies \* 3 repeticiones \* 10 plántulas para un total de 360 plántulas). La altura y diámetro se midió cada 30 días durante 3 meses, y el peso fresco y seco al finalizar el experimento. El análisis de varianza indico que, la altura entre especies vario por efecto de la herbivoría y el estrés ( $p < 0.001$ ), sin herbivoría *G.sepium* fue la especie con mayor altura ( $32.18 \pm 0.98$ ), y con estrés, *M. oleífera* y *G.sepium* fueron las especies con mayor altura ( $30.63 \pm 0.98$  y  $28.82 \pm 0.98$  respectivamente). De igual manera, sin corte y sin estrés *G.sepium* fue la especie con mayor diámetro ( $6.79 \pm 0.15$  y  $6.05 \pm 0.14$ ). *G. sepium* (sin corte y sin estrés) también fue la especie con mayor producción de biomasa seca total, en comparación con las otras dos especies ( $p < 0.001$ ). Por último, *G. sepium* fue la especie con la menor relación de peso seco de raíz respecto al total ( $p = 0.0125$ ). Concluimos que *G. sepium* es la especie que mejor tolera la herbivoría y el estrés hídrico por lo tanto consideramos que es una especie clave en el funcionamiento de los sistemas silvopastoriles en el trópico seco.

**Palabras claves:** *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium* y *Moringa oleífera*, biomasa y estrés hídrico.

## Introducción

Las condiciones ambientales que limitan el crecimiento de las plantas también limitan su productividad por tanto, afectan el bienestar de la población humana, no solo en lo que refiere a la calidad y cantidad de alimentos sino también la calidad del medio ambiente.

Una de las estrategias para contribuir a la solución de esta problemática es implementar sistemas de mejoramiento dirigidos a la obtención de cultivos forestales y agrícolas que presenten mayor adaptación a condiciones ambientales que imponen una limitación de agua e implementarlos tanto en sistemas sílvopastoriles como agroforestales y que presenten un mejor desarrollo en cualquier zona.

Por ello que es importante que se conozca cuáles son las especies leñosas forrajeras que muestren mejor adaptación a los factores limitantes estresores como; la falta o disponibilidad de agua y la defoliación que impidan el desarrollo

normal de estas en épocas de sequía. En este caso conocer cuál de las tres especies en estudio se adapta mejor a los tratamientos.

Sin dejar atrás que existen otros estudios enmarcados en el estudio de las respuestas morfológicas de las plantas en ambientes de estrés por lo tanto se tomaron en cuenta para enriquecer nuestra investigación en parámetros morfológicos, ante el estrés hídrico, modelación del crecimiento, acumulación de biomasa entre ellos:

Efecto de la poda y fertilización orgánica en *M. oleifera* Lam. En la región centro de Veracruz, México, donde se evaluó el efecto de la fertilización orgánica y la poda sobre el crecimiento vegetativo de *M. oleifera*, durante 20 semanas se monitorearon plantas provenientes de semillas, de cuatro años de edad. Los resultados indicaron que existe una diferencia significativa ( $P=0.03$ ) en el contenido de clorofila, siendo mayor en el tratamiento de la lombricomposta. En las demás variables no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ( $P<0.05$ ). (Gabina Sol Quintas, 2016)

Efectos de la fuente de nitrógeno y la defoliación sobre el crecimiento y la fijación biológica de di nitrógenos de las plántulas de *G. sepium*, con el objetivo de ver los efectos de cuatro fuentes de N y dos tratamientos de defoliación sobre el crecimiento y la actividad de la nitrogenasa de *G. sepium* en condiciones de invernadero. La actividad de la nitrogenasa de las plántulas parcialmente defoliadas fue sólo el 87% del valor de la

pre-xfoliación. La actividad de la nitrogenasa se correlacionó fuertemente con el crecimiento del follaje en las plántulas completamente defoliadas, pero no en las plántulas parcialmente deshojadas. (Pekka Nygren, 1998). El presente estudio tiene por objetivo evaluar la respuesta de caracteres morfológicos de especies leñosas forrajeras nativas: *Enterolobium cyclocarpum* Jacq. *Gliricidia sepium* Jacq. Kunth ex Walp y una especie foránea *Moringa oleífera* Lam.

## METODOLOGÍA

### Área de estudio

El estudio se realizó, en la Estación Experimental para el Estudio del Trópico Seco "El Limón", adscrita a la UNAN-Managua / FAREM- Estelí, Nicaragua (13° 05' 31" N, 86° 21' 14" O), a 890 m.s.n.m.

### Especies y condiciones del hábitat

Las especies evaluadas fueron (*E. cyclocarpum*), (*G. sepium*) y (*M. oleífera*). El *G. sepium* se encuentra en lugares húmedos con precipitaciones de 900 a 1500 mm anuales y cinco meses de estación seca, también se ha presentado en lugares húmedos de hasta 1500 mm al año.

La especie *E. cyclocarpum* se encuentra en zonas cálidas semihúmedas con estación seca prolongada. Con precipitaciones de 760 a 3,000 mm anuales y una estancia seca mínima de dos a cuatro meses. La *M. oleífera* se puede plantar en sitios con precipitaciones de 500 a 1500 mm, se localiza desde el nivel del mar hasta 1,800 sobre el nivel del mar; no obstante se

desarrolla en la época seca, en la cual también existen menos peligros de pudrición de los frutos.

### Cultivo de plantas



Se colocaron a germinar 200 semillas de especies forrajeras leñosas, (*E. cyclocarpum*), (*G. sepium*) y (*M. oleífera*). Una vez que surgieron las hojas verdaderas (1 mes aproximado) se realizaron pruebas de capacidad de campo, con el fin de obtener la dosificación de riego, posteriormente se procedió a trasplantar en bolsas, estas tenían una mezcla de 70 % de suelo franco arcilloso y 30% de cascarilla de arroz.

Fueron seleccionadas tres bolsas al azar las  
Figura 1. Llenado de bolsas

cuales fueron humedecidas con agua hasta lograr saturarlo, se dejó reposar 1 hora para eliminar el exceso, posterior se tomó el peso fresco en una Balanza Digital Model Scout Pro SP4001 con unidad de medida en gramos (g) con un margen de error de 0.1g y se dejó 24 horas en una Estufa Digital modelo 1501, a una temperatura de 150 °C. Para determinar el la capacidad de campo se realizó a través

de la diferencia de peso fresco y seco,



obteniendo un valor de 240ml.

En el ensayo, la defoliación se realizó periódicamente cada 30 días durante 2 meses la defoliación se aplicó usando tijeras de podar, cortando completamente las hojas al azar a nivel del pecíolo, simulando así la herbivoría. Los cortes incluían hojas en buen estado a lo largo de los tallos presentes de cada planta según el tratamiento. La cosecha de las plantas fue realizada luego del último evento defoliativo para evidenciar el efecto de este en las especies.

Para obtener la cosecha final, utilizamos baldes con agua, servilletas, tijeras manuales de poda y bolsas de papel kraft. Las plantas fueron introducidas en los baldes con agua (Figura 2) para que ella soltara totalmente la tierra y de esta manera obtener una raíz en buen estado, se les hacía dos lavados ya que la tierra

presente en la raíz es un factor que altera el peso de la planta. Al final las plantas se cortaban donde iniciaba la parte aérea y se colocaban por separado cada parte de las plantas seccionadas (raíz, tallos) para obtener su peso fresco y posteriormente introducir las al horno en un periodo 24 horas para obtener su peso seco.

### Diseño experimental

Se estableció un Diseño Completamente al Azar (DCA), donde cada UE es homogénea, se realizaron 3 réplicas, donde cada replica se efectuó con tres especies leñosas forrajeras (*E. cyclocarpum*), (*G. sepium*) y (*M. oleifera*). En este diseño cada bloque tenía 4 tratamientos diferentes de los cuales dos eran testigos (SC y SS). Los factores fijos fueron: corte y estrés hídrico. Para el factor corte se obtendrán dos niveles: sin corte (SC), corte cada 30 días (C30), para estrés hídrico: sin estrés (SS) y con estrés (CS), obteniendo 4 tratamientos: (SC SS), (SC CS), (C30 SS), (C30 CS) fig.3.

Inició el ensayo durante un periodo experimental de 3 meses. Estas fueron sometidas a los siguientes tratamientos experimentales: defoliación al 50%, sin estrés hídrico (con riego cada 2 días), estrés hídrico (riego cada 7 días) sin defoliación, defoliación con estrés hídrico y control (sin defoliación y sin estrés hídrico). Para cada tratamiento se usaron 30 individuos colocados en bolsas plásticas individuales con dimensiones de

5x8 equivalentes a (1 kg) para un total de 360 bolsas.

Figura 2. Cosecha final



Figura 3. Diseño Experimental

### Características morfológicas

Las características morfológicas tomadas fueron: Longitud máxima (longitud del tallo medida desde el ápice de crecimiento hasta el límite del tallo con el suelo, usando una cinta métrica en centímetros) (Figura 4), Diámetro (grosor del tallo de la parte baja de la planta usando un pie de Rey en mm).

### Análisis estadístico

Las diferencias en la altura, (cm) diámetro, (mm), biomasa total (g) y la relación de la raíz respecto al peso seco total por especies se determinaron mediante análisis de

varianza, usando modelos lineales, generales y mixtos.

Se probaron diferentes estructuras de varianza residual para considerar la falta de homogeneidad de varianza (Di Rienzo et al., 2011) para seleccionar el mejor modelo se usaron los criterios de información AIC y BIC, el supuesto de normalidad fue evaluado usando QQ-plot y la prueba de Shapiro- Wilks.

Todos los análisis estadísticos y gráficos fueron realizados con InfoStat versión 2015 (Di Rienzo, Casanoves, Balzarini, Tablada, & Robledo, 2015) y R versión 3.2.1 (R Core Development Team). En todos los casos se reportan las medias  $\pm$  1 el error estándar, y las medias se compararon usando las pruebas LCD de Fisher ( $p < 0.005$ )

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento de las tres especies leñosas forrajeras.

Las plantas de *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium* y *Moringa oleifera* sometidas a corte mostraron un efecto sobre su altura ( $p < 0.001$ ). La interacción de la especie foránea *Moringa oleifera* sometida a corte (F: 26.86;  $p < 0.0001$ ) presentó mayor crecimiento en relación a las plantas nativas (*Enterolobium cyclocarpum* y *Gliricidia sepium*). Este dato fue consistente con (Gabina Sol Quintas, 2016), el cual argumenta acerca del crecimiento en *M. oleifera* la cual a los seis meses de iniciada la investigación se midió nuevamente el DAP y la altura de los individuos. Se encontró en todas las

plantas un incremento promedio de 1.39 cm del DAP y de 2.4 m de altura.

Sin embargo la especie nativa *Gliricidia sepium* sin corte fue la especie con el mayor crecimiento y la de menor crecimiento fue *Moringa oleifera* sin corte. Por lo tanto, las plantas sometidas a estrés hídrico tienen un efecto sobre la altura de las especies evaluadas. La interacción especie estrés (F: 14.90;  $p < 0.0001$ ) con relación a la altura muestran que la *Moringa oleifera* presentó un crecimiento considerable en comparación con las plantas que no fueron sometidas a estrés hídrico, Tabla 1. No obstante, *Gliricidia sepium* sin estrés mostró mayor crecimiento en relación a las demás especies.

Especie	Corte	Medias	Estrés	Medias
<i>E.c</i>	C30	3.46 ± 0.15 e	CS	3.80 ± 0.15 cd
<i>E.c</i>	SC	4.51 ± 0.14 bc	SS	4.18 ± 0.14 c
<i>M.o</i>	C30	3.82 ± 0.14 de	CS	4.18 ± 0.14 c
<i>M.o</i>	SC	4.11 ± 0.14 cd	SS	3.75 ± 0.14 d
<i>G.s</i>	C30	4.88 ± 0.14 b	CS	5.62 ± 0.15 b
<i>G.s</i>	SC	6.79 ± 0.15 a	SS	6.05 ± 0.14 a

Tabla 1. Altura (cm) de *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium* y *Moringa oleifera*, sometidas a defoliación y estrés hídrico.

Cabe destacar que de las tres especies leñosas forrajeras, sometidas a los distintos tratamientos, encontramos que la especie *Enterolobium cyclocarpum* tiene diferencia significativa en cuanto a la variable especie corte, sobre los tratamientos corte cada 30 días y sin corte de las especies antes mencionadas, en comparación con las dos especies restantes hubo disminución en su altura

principalmente en el tratamiento corte sin estrés.

### Diámetro de las tres especies leñosas forrajeras.

Las tres especies evaluadas sometidas a corte y estrés mostraron diferencia en el diámetro de su tallo ( $p < 0.001$ ). La interacción de la especie nativa *Gliricidia sepium* sin corte (F:15.82;  $p < 0.001$ ) mostró mayor diámetro en comparación con la especie foránea *Moringa oleifera* y la nativa *Enterolobium cyclocarpum*, (F:5.51;  $p=0.0044$ ) mostraron diferencias significativas entre especies y todos sus tratamientos. (Gabina Sol Quintas, 2016) comenta que la altura de la planta mostró comportamiento irregular durante el experimento, mientras que los tratamientos no afectaron el grosor del tallo (7.3- 14.1 mm) de igual manera con las hojas (0.2- 0.5 mm). El número de hojas/planta fue mayor cuando se cortó de 20-30 cm en el tercer corte.

Especie	Corte	Medias	Estrés	Medias
<i>E.c</i>	C30	25.55 ± 0.99 cd	CS	26.52 ± 0.99 b
<i>E.c</i>	SC	27.93 ± 0.98 bc	SS	26.97 ± 0.98 b
<i>M.o</i>	C30	29.05 ± 0.98 b	CS	30.63 ± 0.98 a
<i>M.o</i>	SC	22.68 ± 0.98 e	SS	21.10 ± 0.98 c
<i>G.s</i>	C30	24.30 ± 0.98 de	CS	28.82 ± 0.98 ab
<i>G.s</i>	SC	32.18 ± 0.98 a	SS	27.67 ± 0.98 b

Tabla 2. Diámetro (mm) de especies sometidas a defoliación y estrés hídrico.

### Biomasa seca aérea

Las tres especies evaluadas mostraron variabilidad en cuanto a producción de biomasa seca aérea con diferencias significativas de ( $p < 0.001$ ) entre especie y tratamientos, en este caso la especie que predominó en producción de biomasa seca

aérea fue *Gliricidia sepium* en todos sus tratamientos (F: 15.39;  $p < 0.0001$ ) lo que indica que esta especie presentó mejor

Especies	Tratamiento	Medias
<i>E.c</i>	C30CS	6.06 ± 0.25 e
<i>E.c</i>	C30SS	8.89 ± 0.06 c
<i>E.c</i>	SCCS	9.62 ± 0.25 b
<i>E.c</i>	SCSS	9.80 ± 0.06 b
<i>M.o</i>	C30CS	5.36 ± 0.20 f
<i>M.o</i>	C30SS	8.31 ± 0.03 d
<i>M.o</i>	SCCS	8.63 ± 0.19 cd
<i>M.o</i>	SCSS	8.37 ± 0.03 d
<i>G.s</i>	C30CS	10.03 ± 0.41 b
<i>G.s</i>	C30SS	9.67 ± 0.29 b
<i>G.s</i>	SCCS	13.80 ± 0.58 a
<i>G.s</i>	SCSS	15.05 ± 0.29 a

producción de rebrotes, ramas y hojas en condiciones de poda y estrés, que contradice (Odunfa, 2001) en el cual las plantas estresadas por sequía tuvieron una biomasa significativamente menor en comparación con su adecuada contraparte, regadas para ambas especies arbóreas (*G. sepium* y *L. leucocephala*), sin embargo (Pekka Nygren, 1998) indica que la actividad en las plántulas de *G. sepium* deshojadas fue similar a lo observado en

Tabla 3. Promedio de biomasa seca aérea de *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium* y *Moringa oleifera*, sometidas a defoliación y estrés hídrico. Interacción especie corte estrés (PS aéreo)

*M. sativa* nodulada.

La recuperación de la biomasa del follaje fue lenta pero la biomasa aprovechable fue mayor en los árboles de *G. sepium* podados al 50% cada 2 meses, estos resultados corroboran los de nuestra investigación, los datos de (G. Tarawali, 1996) indican que el corte en esta investigación aseguro el crecimiento vegetativo durante la estación seca temprana, con un mayor desarrollo de

brotos observado a una altura de corte de 0.7m que a dos alturas más bajas. Bajo el régimen de doble cosecha el rendimiento de materia seca fue generalmente más alto en la primera cosecha y significativamente ( $P < 0.05$ ) a una altura de corte de 0.3m que a 0.4 o 0.7m.

La adhesión produjo más materia seca que otras tres accesiones cosechadas una vez. Cortar a 0.7m produjo más hojas que cortar a alturas más bajas (Tabla 3). Cabe destacar que en segundo lugar está la especie nativa *Enterolobium cyclocarpum* y en tercer lugar la especie foránea *Moringa oleifera* con menor producción de biomasa seca aérea.

### Biomasa seca radicular

Se encontró un efecto significativo entre especie, corte y estrés ( $p < 0.001$ ). La especie *Gliricidia sepium* sometida a corte y sin estrés presento mayor producción de biomasa radicular (F: 62.43;  $p < 0.0001$ ). No obstante la especie *Moringa oleifera* sometida a corte y con estrés mostro menor producción de biomasa radical (F: 15.42 y  $p < 0.001$ ).

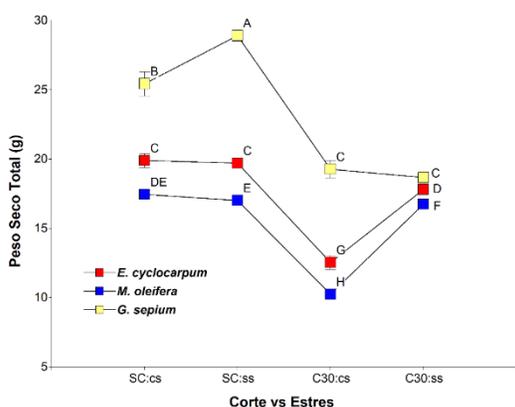
La producción de biomasa seca radical para *Gliricidia sepium* cuando no aplicamos corte son mayores, lo que significa que la planta tiene un alto grado de producción en raíz, pero disminuye cuando se le aplica corte. Según (Odunfa, 2001) en el subsuelo se disparan los pesos secos de *G. sepium* inoculados por sequía y *L. leucocephalano* fue significativamente diferentes a partir de plantas inoculadas en tratamientos de riego, adecuados, mientras que *G. sepium* no inoculada tuvo mayor biomasa tanto en condiciones de sequía como de regadío. El

mismo efecto mostró *Enterolobium cyclocarpum* y con menor producción la especie foránea *Moringa oleifera*.

De las especies sometidas el efecto del tratamiento en cuanto al diámetro radicular se pudo constatar que *Enterolobium cyclocarpum* y *Moringa oleifera* mantienen su estabilidad en su diámetro mientras que *Gliricidia sepium* aumenta considerablemente en cuanto al diámetro de la raíz al estar sometida a la variable sin corte con estrés y sin estrés.

### Producción peso seco total

El peso seco total de las tres especies evaluadas nos indica la cantidad de biomasa seca aérea y radical que produjo cada planta. Durante la evaluación de los datos la planta con mayor producción de biomasa tanto aérea y radical fue *Gliricidia sepium* (F: 37.96;  $p < 0.0001$ )



(Figura 1). Lo que significa que esta especie continua con su desarrollo normal siendo sometida a estrés.

Figura 1. Producción de materia seca de tres especies leñosas forrajeras

Por otra parte el *Moringa oleifera* la especie con menor producción de materia seca reforzado por (Arragán, Uiz, Lvarado, Arranza, & Osa, 2016) quien

menciona que el crecimiento y la producción de biomasa de *M. oleifera* fluctúan en relación con los periodos en

Especies	Tratamiento	Medias
<i>E.c</i>	C30CS	6.48 ± 0.21 g
<i>E.c</i>	C30SS	8.91 ± 0.21 de
<i>E.c</i>	SCSS	9.90 ± 0.21 c
<i>E.c</i>	SCCS	10.26 ± 0.21 c
<i>M.o</i>	C30CS	4.85 ± 0.07 h
<i>M.o</i>	C30SS	8.43 ± 0.07 f
<i>M.o</i>	SCSS	8.64 ± 0.07 e
<i>M.o</i>	SCCS	8.82 ± 0.07 de
<i>G.s</i>	C30SS	8.99 ± 0.24 de
<i>G.s</i>	C30CS	9.24 ± 0.24 d
<i>G.s</i>	SCCS	11.63 ± 0.34 b
<i>G.s</i>	SCSS	13.86 ± 0.24 a

Tabla 4. Producción de biomasa seca radical de *Enterolobium cyclocarpum*, *Gliricidia sepium* y *Moringa oleifera*, sometidas a defoliación y estrés hídrico (PS radical).

que se desarrolle el cultivo, evidenciando a la temperatura ambiental como uno de los factores que marca la pauta en el desarrollo del cultivo siendo afectada por climas frío, en comparación con las otras dos especies que no muestran diferencia significativa en la producción de biomasa aun sin aplicar corte y sin inducir el estrés. Cabe agregar que la producción de biomasa total en cuanto *Enterolobium cyclocarpum* permanece estable en los tratamientos sin corte con estrés y sin corte sin estrés, aunque en las otras especies antes mencionadas también declinan en corte con estrés.

### Relación del peso seco de raíz respecto al peso seco total de las tres especies

Figura 2. Relación del peso seco de raíz respecto al peso seco total de tres especies leñosas forrajeras

En la interacción de la raíz con respecto al peso seco total, podemos apreciar que el *Gliricidia sepium* obtuvo una mayor producción de raíz inversamente en relación con las demás especies, es decir que el peso seco de la raíz condicionará inversamente al peso seco total. (Figura 2). Las características más sobresalientes en *Enterolobium cyclocarpum*, desde su punto de vista morfológica en su capacidad de asimilar el estrés hídrico y la defoliación en condiciones controladas, por ejemplo las altas temperaturas inciden en el crecimiento de las misma (O.Fagbola, 2001). El análisis indico que el comportamiento *Gliricidia sepium* se ve afectada por déficit de agua.

Según (Fournier, 1999). La longitud de biomasa de la raíz se afectó por excesos de agua acumulada, no así en el vástago. Los efectos de escasas de agua tendieron a manifestarse primero en el vástago que en las raíces. Lo que explica la razón por la cual *E.cyclocarpum* presento el mayor desarrollo radicular con respecto a las otras especies

## CONCLUSIONES

La especie foránea *M. oleifera* predominó en crecimiento, mientras que la especie nativa *G. sepium* tuvo mayor diámetro en comparación con las otras especies en las distintas interacciones.

Se observaron las variaciones que experimentan las especies en producción de biomasa seca aérea y radicular, la especie con mayor producción de biomasa

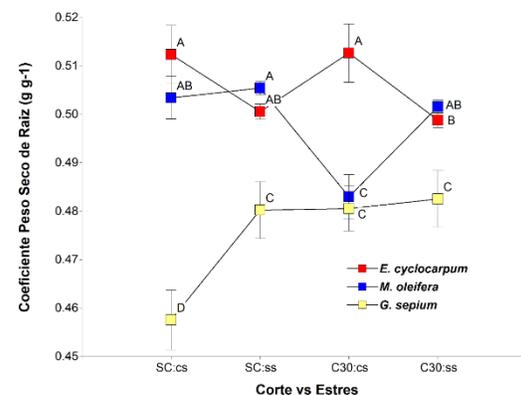
aérea y radical fue la especie nativa *G. sepium* en todos los tratamientos.

La aplicación de estrés hídrico y defoliación influyo en las variables evaluadas. Sin embargo en la relación de peso seco total de raíz respecto al peso seco total, la especie con menor masa radicular fue *G.sepium* y con mayor peso *E.cyclocarpum* en las mismas circunstancias.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, S. y. (1993). *Relaciones Hídricas de Atriplex repanda Phil a dos niveles de disponibilidad de agua*. Chile: Revista Chilena de Historia Natural 66:467-477.

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, y C. W. (2011). InfoStat versión 2011. *Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba,*



Argentina. URL [Http://www. Infostat. Com. Ar.](http://www.infostat.com.ar)  
<https://doi.org/http://www.infostat.com.ar>

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., Tablada, M., & Robledo, C.

- (2015). Grupo InfoStat. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba.
- Fournier, J. F. (1999). *Crecimiento de la parte aérea y radicular de plántulas Enterolobium cyclocarpum*. Colon: Agronomía Costarricense.
- Ibrahim, D. P. (1999). *Sistemas silvopastoriles*. Turrialba Costa Rica.
- La, E. D. E., Fertilización, P. Y., Del, D., & Del, P. (2016). Volumen 1 sumario, 1–168.
- Larcher, W. (1995). Photosynthesis as a Tool for Indicating Temperature Stress Events. In *Ecophysiology of Photosynthesis* (pp. 261–277). [https://doi.org/10.1007/978-3-642-79354-7\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-642-79354-7_13)
- Levitt, J. (1980). *Responses of Plants to Environmental Stresses. Vol. II. Water, Radiation, Salt and Others Stresses. Responses of Plants to Environmental Stresses*. [https://doi.org/10.1016/0160-9327\(81\)90047-8](https://doi.org/10.1016/0160-9327(81)90047-8)
- Luna-Flores, W., Estrada-Medina, H., Jiménez-Osornio, J., & Pinzón-López, L. (2012). Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso del agua en plántulas de tres especies arbóreas Caducifolias. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 343–353. Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/573/57325814006/>
- Marena/Inafor. (2002). *Guía de Especies Forestales de Nicaragua*.
- Moreno F, L. P. (2009). Respuesta de las plantas al estrés por déficit hídrico. *Agronomía Colombiana*, 27(2), 179–191.
- Paz, V. &. (2003). *Distribucion de biomasa de Barleria lupulina Lindl. en respuesta a tres regimenes de riego*. Revista de la Facultad de Agronomía 20:273-281.
- Pearce, D. W., Millard, S., Bray, D. F., & Rood, S. B. (2005). Stomatal characteristics of riparian poplar species in a semi-arid environment. *Tree Physiology*, 26(2), 211–218. <https://doi.org/10.1093/treephys/26.2.211>
- Robles, A. A. C. (2007). Sobrevivir al estrés: cómo responden las plantas a la falta de agua. *Biotecnología*, 14, 253–262.
- Schlee, D., Sneath, P. H. A., Sokal, R. R., & Freeman, W. H. (1975). Numerical Taxonomy. The Principles and Practice of Numerical Classification. *Systematic Zoology*. <https://doi.org/10.2307/2412767>
- Tipos de sequía*. (s.f.). Obtenido de <http://www.mapama.gob.es/es/>: [http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/que-es-la-sequia/Observatorio\\_Nacional\\_Sequia\\_1\\_1\\_tipos\\_sequia.aspx](http://www.mapama.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/que-es-la-sequia/Observatorio_Nacional_Sequia_1_1_tipos_sequia.aspx)
- Tomas Martinez Trinidad, J. V. (2002). Respuesta al Deficit Hídrico en Pinus leiophylla: consumo de agua y crecimiento en plántulas de diferente poblaciones. *Agrociencia*, 36 (3), 365-376.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2004). Fisiología vegetal. *Porto Alegre Artmed*. [https://doi.org/10.1016/0307-4412\(76\)90121-7](https://doi.org/10.1016/0307-4412(76)90121-7)

