

Propagación vegetativa de procedencias de *Tithonia diversifolia* (Hemsl)

A. Gray en el Noreste de Argentina

Vegetative propagation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray provenances in northeast Argentina

M. B. Rossner 1, A. Ziegler 1, P. A. González², M. Loto (2), G. Kimmich 3, F. Corró (3), F. Fernández (1), D. Bratz 3, L. Colcombet 2

1 INTA Cerro Azul, Cerro Azul, Misiones, Argentina

2 INTA Montecarlo, Montecarlo, Misiones, Argentina

3 Universidad Del Salvador Sede Gdor. Virasoro, Corrientes, Argentina Ruta Nac. N° 14 km 836 (3313), Cerro Azul, Misiones, Argentina.

rossner.maria@inta.gob.ar;

Resumen

El objetivo del trabajo fue comparar sobrevivencia y crecimiento de tres procedencias y dos tipos de estaca de Botón de oro durante la etapa de propagación vegetativa en vivero. Se establecieron tres ensayos en red en la estación experimental de INTA Cerro Azul (Misiones), Campo Anexo Laharrague de INTA Montecarlo (Misiones) y en la Universidad del Salvador Sede Gdor. Virasoro, Corrientes. El diseño fue factorial con arreglo en BCA y cinco repeticiones. El factor procedencia con tres niveles: México, Brasil y Colombia y el factor tipo de estaca con dos niveles: basal y sub-apical. Los tratamientos fueron: CoA (Colombia apical), CoB (Colombia basal), BrA (Brasil apical), BrB (Brasil basal), MeA (México apical) y MeB (México basal). Se evaluó en las estacas (previo a la plantación): número de nudos, diámetro total (cm), diámetro de médula (cm) y peso (g), en vivero: sobrevivencia y prendimiento de brotes y altura máxima de planta a los 7, 15, 30 y 40 días y al finalizar el período se cosechó la biomasa aérea y subterránea. La menor sobrevivencia de plantas fue para MeA (84%) y MeB (90%). La mayor altura para BrB (70,16 cm) y el mayor número de brotes para BrB, BrA y CoA (2,2; 2,3 y 2,4). La biomasa total medida en Virasoro y Cerro Azul fue mayor para BrB (12,47 y 9,83 g MS planta⁻¹ en ambos sitios). Las procedencias Brasil y Colombia presentaron los mayores valores de sobrevivencia, crecimiento en altura, número de brotes y producción de biomasa, por lo cual pueden ser consideradas más promisorias para la región de estudio.

Palabras clave: *Sobrevivencia; biomasa; crecimiento; implantación; estacas.*

Abstract

The aim of this work was to compare survival rate and growth of "Botón de oro" of three provenances and two cutting types in the vegetative propagation period in greenhouse. Three experiments were established at 216 INTA experimental station Cerro Azul (Misiones), INTA experimental field Laharrague (Montecarlo, Misiones) and Universidad Del Salvador, Gobernador Virasoro, Corrientes. The experimental design was factorial with CRB arrangement and five replicates. The origins were Mexico, Brazil and Colombia and cutting types were basal and sub-apical. The treatments results: CoA (Colombia apical, CoB (Colombia basal), BrA (Brazil apical), BrB (Brazil basal), MeA (Mexico apical) and MeB (Mexico basal). In cutting (before plantation): nodes number, total diameter

(cm), marrow diameter (cm) and weight (g) were measured. In greenhouse: survival rate, sprout number and height at 7, 15, 30 and 40 days and at the end aerial and underground biomass were assessed. The lowest survival rate was for MeA (84%) and MeB (90%). The main height was for BrB (70,16cm) and the highest sprouts number were for BrB, BrA and CoA (2.2;2.3 and 2.4). The highest biomass was for BrB (12.47and 9.83g plant-1). Brazil and Colombia origins showed the best values for survival rate, height, sprouts number and biomass production, being the most adapted origins for the study region.

Keywords: *Survival; biomass; growth; plantation; cuttings.*

Introducción

Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) combinan la producción forestal y ganadera con el objetivo de lograr efectos sinérgicos que permitan incrementar la productividad y sustentabilidad del sistema. Se obtienen así productos ganaderos, forestales maderables y no maderables al igual que servicios ecosistémicos (Sotomayor *et al.*, 2009). En la región Noreste de Argentina, las provincias de Misiones y Corrientes presentan un clima subtropical con heladas y régimen pluviométrico isohigro, con precipitaciones promedio de 2000 mm anuales. Son las de mayor desarrollo forestal del país y los SSP ocupan en la actualidad una superficie estimada de 100.000 ha (Montagnini *et al.*, 2015) que representan el 1.6% del a superficie apta para producción de ambas provincias. Los SSP surgen como una alternativa sustentable para aumentar los índices productivos y márgenes brutos del sistema a través del incremento de la producción forrajera y ganadera, aumento de infraestructura asociada al sistema y aumento de la calidad del componente forestal. En estos sistemas, el aumento de la productividad está dado por la combinación adecuada de especies (Pezo e Ibrahim, 1999) y el aumento de la calidad de éstas a través de la modificación de sus características debidas a la exposición a la sombra (Pachas, 2010a, Kimmich, 2010, Rossner *et al.*, 2012). A pesar de ello, sigue siendo necesaria la incorporación de especies de mayor calidad forrajera. La acidez de los suelos y la baja disponibilidad de fósforo, son indicadores de los principales factores ambientales limitantes para el establecimiento y por lo tanto la mejora de la producción forrajera de calidad (Pérego, 1996; Houriet *et al.*, 2009; Rossner *et al.*, 2012). En consecuencia, las pasturas subtropicales más utilizadas son gramíneas con altas tasas de crecimiento en la temporada estival, aumento de la porción fibrosa, disminución rápida de la digestibilidad y del contenido proteico (Kucseva y Balbuena, 2010). Para cubrir los requerimientos de proteína se debe recurrir a la implantación de especies de mayor calidad forrajera, como *Leucaena leucocephala* (Rossner *et al.*, 2008), *Arachis pintoi* (Kimmich, 2010; Pachas, 2010a, Rossner *et al.*, 2012) y *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray (Mahecha y Rosales 2005; Calle y Murgueitio, 2008), fundamentales para el incremento de la calidad de la dieta de los animales (Pérego, 2009). De este grupo, *T. diversifolia* (Botón de oro) se destaca por su capacidad de adaptación a múltiples condiciones ambientales, como las que se encuentran en agroecosistemas subtropicales y tropicales húmedos, subhúmedos y montañosos (Murgueitio *et al.*, 2015). Es utilizada en Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi), consociada con pasturas megatérmicas

para aumentar el suministro de forraje y árboles (Montagnini, 2012), para la alimentación de bovinos (Mahecha, 2005) y citada para múltiples usos, como melífera (Calle y Murgueitio, 2008) y como cubierta verde en suelos degradados (De Souza Junior, 2007) entre otros. En esta especie, la biomasa comestible está formada por las hojas, peciolos y tallos de hasta 2 cm de diámetro (Ríos, 1997). Estudios previos en otras regiones, muestran contenidos de proteína cercanos al 30%, bajo contenido de fibra y alta degradabilidad ruminal (Wanjau *et al.*, 1998, Mahecha y Rosales, 2005; Calle y Murgueitio, 2008) y en el NE de Argentina contenidos de proteína de 18,9 a 28,8 % (Loto *et al.*, 2015). Actualmente se encuentra ampliamente introducida en la zona tropical y ha sido reportada desde el Centro Sur de México, Cuba, Guatemala, Honduras, El Salvador, Costa Rica, Panamá, Venezuela y Colombia, hasta India, Ceilán, Nigeria (Roig, 1974; Ríos, 1999; Chukwuka *et al.*, 2007). Sus características morfológicas y su producción de forraje varían según el área geográfica de donde procede, tanto en Cuba (Ruíz *et al.*, 2014 y 2017), como Colombia (Holguín *et al.*, 2015) y México (Rivera *et al.*, 2017). Esta especie se propaga con facilidad a partir de estacas cosechadas de los tallos, de la parte media o basal principalmente, no obstante, se desconoce el efecto del tipo de estaca en las variables relacionadas con la sobrevivencia e implantación. Sin embargo, su propagación a partir de semillas es baja, debido a la baja producción de semilla sexual viable (Ríos, 1997; Pérez *et al.*, 2009; Romero *et al.*, 2014). En Argentina, se introdujo material vegetativo de Botón de oro en el año 2010, en la provincia de Misiones, con tres procedencias geográficas identificadas, Santa Catarina: Brasil, Cauca: Colombia y Michoacán: México y se evaluaron parámetros productivos y nutricionales en la región Noreste (Rossner *et al.*, 2017b). El objetivo del trabajo fue comparar supervivencia y crecimiento de plantas de Botón de oro de tres procedencias y dos tipos de estaca diferentes, durante la etapa de propagación vegetativa en vivero.

Materiales y Métodos

Se establecieron tres ensayos en vivero en tres sitios diferentes: Estación Experimental INTA Cerro Azul (Centro-Sur de Misiones), Campo Anexo Laharrague de INTA Montecarlo (Noroeste de Misiones) y la Universidad del Salvador Sede Gdor. Virasoro (Noreste de Corrientes). El diseño en cada sitio fue factorial, con procedencia y tipo de estaca como factores. La procedencia con tres niveles: México, Brasil y Colombia y el factor tipo de estaca con dos niveles: basal y sub-apical, según su ubicación en la planta. Los tratamientos resultantes fueron: CoA (Colombia apical), CoB (Colombia basal), BrA (Brasil apical), BrB (Brasil basal), MeA (México apical) y MeB (México basal). El arreglo fue en bloques completos al azar, con 5 repeticiones. La unidad experimental fue un grupo de diez macetas con una estaca cada una. Todas las macetas estuvieron expuestas a condiciones ambientales de luz, temperatura y humedad homogéneas, en vivero con riego por aspersión a una dosis de 16,5 L día⁻¹. Los bloques resultaron del agrupamiento de macetas en hileras consecutivas, para captar cualquier diferencia en riego o temperatura por la cercanía de paredes y accesos del vivero. Se utilizaron macetas de 2770,8 cm³ rellenas con suelo tamizado con malla de 5 mm, libre de raíces y restos vegetales. Se seleccionaron tallos de plantas adultas de 2 cm de diámetro medio, se descartaron 30-40 cm del extremo apical y basal y la porción media fue separada en sección sub-apical, correspondiente a la mitad superior, y basal, correspondiente a la

mitad inferior, para ser seccionada en estacas de 25 cm de largo. En cada estaca (previo a la plantación), se evaluó el número de nudos, diámetro total (cm), diámetro de médula (cm) y peso (g) antes de la plantación en macetas. La plantación en macetas se realizó colocando la estaca a 45° y con el extremo superior con un nudo descubierto (5 cm). En vivero, desde la plantación de las estacas y durante un período de 50 días, se evaluó: sobrevivencia (conteo visual de estacas que producen propágulos), número de brotes (conteo visual) y altura máxima de planta desde ras de suelo (cm) a los 7, 15, 30 y 40 días. Al finalizar el período de vivero (50 días) y previo al trasplante, se cosecharon 25 plantas de cada tratamiento para obtener la producción de biomasa aérea y subterránea en g MS por planta. El follaje cosechado se secó en estufa a 60°C hasta peso constante. La biomasa subterránea se obtuvo considerando todas las raíces mayores a 2 mm, adheridas a la estaca o en la fracción de suelo de la maceta. Para separar las raíces finas del suelo, todo el suelo de cada maceta se tamizó y lavó sobre tamiz de 2 mm y las muestras se secaron en estufa a 60°C hasta peso constante. Se realizó un análisis de correlación con coeficiente Pearson (r) entre las características de la estaca (número de nudos, diámetro y peso) y sobrevivencia, número de brotes y altura de planta. Se realizó Análisis de Varianza y Test de comparación de Medias de Tukey ($p \leq 0,01$) para detectar diferencias entre procedencias, tipos de estaca y sitios para las variables sobrevivencia, número de brotes y altura máxima (Infostat, 2018).

Resultados y Discusión

Se detectó una correlación positiva y significativa entre el número de nudos presentes en las estacas y el número de brotes a los 40 días de crecimiento en vivero, variable de acuerdo con el sitio, procedencia y tipo de estaca (Figura 1, $p \leq 0,01$). Las estacas con mayor número de nudos (yemas) produjeron mayor número de brotes en los tres sitios de estudio, pero difirió entre procedencias y tipos de estaca. En Cerro Azul solamente para la procedencia Brasil ($r = 0,40$ y $0,41$ para apical y basal), en Montecarlo para estacas de procedencias Brasil ($r = 0,34$ y $0,36$ apical y basal), Colombia ($r = 0,36$ y $0,35$ apical y basal) y México ($r = 0,43$ apical). En el sitio Virasoro en cambio, la correlación resultó significativa para estacas de procedencia Brasil ($r = 0,39$), Colombia ($r = 0,52$ y $0,36$ apical y basal) y México ($r = 0,36$ basal). Esta variable fue la que explicó en mayor medida la producción de brotes y crecimiento expresado en biomasa, las variables diámetro de médula y de estaca no presentaron correlación significativa con el crecimiento. Estos resultados coinciden con los citados por Medina et al. (2009) y González (2013), quienes encontraron mayor sobrevivencia, número y tamaño de brotes en estacas con mayor número de yemas.

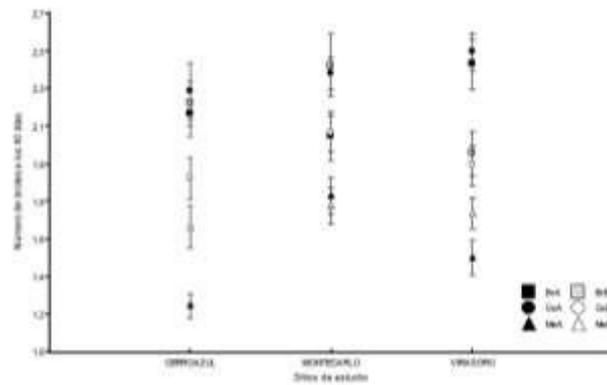


Figura 1. Número de brotes de Botón de oro en los sitios Cerro Azul, Montecarlo (Misiones) y Gdor. Virasoro (Corrientes) a los 40 días de establecimiento para los distintos tratamientos: Br: Brasil, Me: México, Co: Colombia, A: Apical, B: Basal.

La sobrevivencia de plantas no mostró diferencias significativas entre procedencias y tipo de estaca en el sitio Cerro Azul (Figura 2, $p \leq 0,01$) donde alcanzó el 94 % promedio para todos los tratamientos. En Montecarlo fue significativamente menor para Brasil Basal y México Apical (84 y 86 %) respecto a los demás tratamientos (98 %) y en Virasoro para la procedencia México (72 y 86 % para Apical y Basal, respectivamente) con relación a los demás tratamientos (99 %).

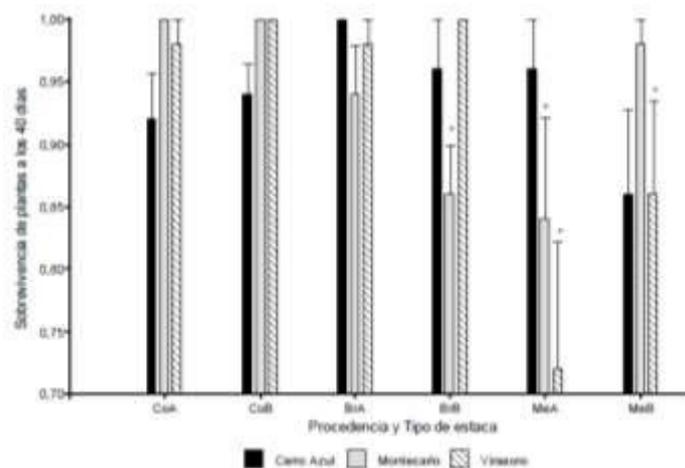


Figura 2. Sobrevivencia promedio de procedencias de Botón de oro en los tres sitios de estudio (Montecarlo y Cerro Azul, Misiones y Gdor. Virasoro, Corrientes) a los 40 días de propagación. Br: Brasil, Me: México, Co: Colombia, A: Apical, B: Basal. Asteriscos indican diferencias significativas ($p \leq 0,01$).

Los resultados de sobrevivencia coinciden con lo encontrado por Medina *et al.* (2009) y son algo mayores a los de Lugo-Soto *et al.* (2013), quienes registraron entre 65 y 82,5 % respectivamente, en condiciones de vivero, en Venezuela. El nivel de sobrevivencia fue atribuido por estos autores a la elevada capacidad de enraizamiento de esta especie y al tipo de estaca utilizada, ya que el tercio medio y basal sería el de mayor brotación (Ruiz

et al., 2009). En condiciones de campo, Rossner *et al.* (2017b) registraron en Corrientes, Argentina, sobrevivencias de 66,67 a 88,33 %, valores dentro del rango citado para esta especie (65 % García *et al.*, 2009; 80 %, Hernández *et al.*, 2015; 82 % Castillo-Mestre *et al.*, 2016 y 94 % Gallego *et al.*, 2015), con materiales de Colombia. La altura promedio presentó diferencias significativas para las procedencias en los sitios de estudio a partir de los 15 días ($p \leq 0,01$). En Cerro Azul, la procedencia Colombia presentó una menor altura a los 15 días (13,7 cm) respecto a Brasil (15,3 cm) y México (16,7 cm), a los 30 días la diferencia se mantuvo (36,4, 41,7 y 49,8 cm para Colombia, México y Brasil respectivamente) y a los 40 días resultó significativamente superior para procedencia Brasil (69,3 cm) respecto a las demás (55,1 y 56,9 cm Colombia y México). En Montecarlo, la procedencia Colombia tuvo una altura significativamente superior a los 15 días (15,2 cm respecto a 10 y 11,1 cm para Brasil y México), lo que se mantuvo a los 30 días donde además se diferenciaron los tipos de estaca siendo la mayor para Colombia Basal (36,8 cm) y la menor para México Apical (19,2 cm). A los 40 días la diferencia fue para tipo de estaca, con 69,8 cm para las basales y 48 para las apicales. En Virasoro, a los 30 días la procedencia México presentó una altura significativamente menor (29,7 cm) respecto a Colombia y Brasil (43,7 y 49,5 cm) y a los 40 días (38,7 cm para México y 59,3 y 63,1 cm para Colombia y Brasil). Estos valores son algo superiores a los obtenidos por Medina *et al.* (2009) a los 56 días y Lugo-Soto *et al.* (2013) en Venezuela, a los 45 días. La biomasa total promedio de cada propágulo a los 50 días se analizó en los sitios Cerro Azul y Gdor. Virasoro. Se detectaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$) entre procedencias y tipos de estaca (Figura 3). El tratamiento BrB presentó mayores valores de biomasa (12,4 y 9,8 gMS planta⁻¹ en Virasoro y Cerro Azul respectivamente), seguido por CoA con 10,1 y BrA con 9,3 gMS planta⁻¹ en Virasoro. Los tratamientos CoB, MeA y MeB no difirieron entre sí con valores de biomasa total de 4,03 a 8,5 gMS planta⁻¹.

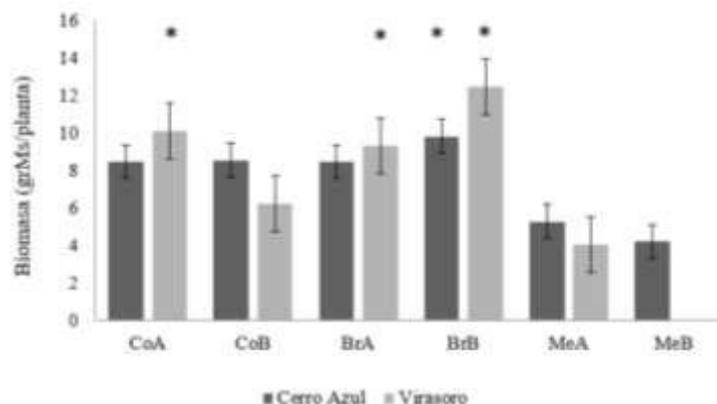


Figura 3. Biomasa total de procedencias de Botón de oro en Cerro Azul, Misiones y Gdor. Virasoro, Corrientes, a los 50 días de propagación. Br: Brasil, Me: México, Co: Colombia, A: Apical, B: Basal. (*) difieren significativamente al 1%.

La producción de biomasa aérea coincide con lo citado por Gallego *et al.* (2015) a los 56 días de plantación y Rossner *et al.* (2017b) a los 80 días en plantaciones a campo en el Norte de Corrientes. La biomasa aérea alcanzó valores significativamente superiores para los tratamientos que presentaron mayor sobrevivencia, número de brotes y altura,

siendo estas anteriores indicadoras de la capacidad de enraizamiento del material. Estudios realizados por Medina *et al.* (2009) y Lugo-Soto *et al.*, (2013) citan valores promedio de raíces de 5,73 g MS planta⁻¹ a los 45 días, valores relativamente menores a los obtenidos en este trabajo. Podemos considerar que, para las variables estudiadas, esta especie presenta características que permiten su propagación vegetativa con altos valores de sobrevivencia y crecimiento en los tres sitios de estudio que abarcan la región NE de Argentina. A pesar de ello, se encontraron diferencias significativas entre procedencias y tipos de estaca, con un mejor desempeño las procedencias de Brasil y Colombia y de estacas basales, probablemente asociado a un mayor grado de madurez del tejido en las mismas y mayor contenido de reservas que permiten el crecimiento de nuevos tejidos hasta que las raíces adventicias se vuelven funcionales (Weaver, 1987) y coincide con lo encontrado en otras regiones (González *et al.*, 2013; Gallego Castro, *et al.*, 2015; Lugo-Soto *et al.*, 2013).

Conclusión

Las procedencias Brasil y Colombia presentaron los mayores valores de sobrevivencia, crecimiento en altura, número de brotes y producción de biomasa en los tres sitios de estudio que abarcan la región del noreste de Corrientes y centro y norte de Misiones. Para la procedencia Brasil, el tipo de estaca afectó significativamente la sobrevivencia y el crecimiento. Los materiales de procedencia Brasil y Colombia resultan promisorios para su propagación vegetativa en la región noreste de Argentina.

Bibliografía

- Calle Díaz, Z., Murgueitio Restrepo, E., 2008. El Botón de Oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. Carta FEDEGAN N° 108.
- Castillo-Mestre, R., Betancourt-Bagué, T., Toral-Pérez, O., Iglesias-Gómez, J. 2016., Influencia de diferentes marcos de plantación en el establecimiento y la producción de *Tithonia diversifolia*. Pastos y Forrajes 39, 89-93.
- Chukwuka K.S., Ogunyemi S., Fawole I., 2007. Ecological distribution of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. A new exotic weed in Nigeria. J. Biol Sci 7, 709–719
- De Souza Junior, O.F., 2007. Influencia do espaçamento e da época de corte na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (HEMSL.) Gray”. Programa de pós-graduação em Agronomia “Produção integrada em agroecossistemas”. Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade de Marília.
- Gallego Castro, L.A., Mahecha Ledesma, L., Angulo Arizala, J., 2015. Crecimiento y desarrollo de *Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray en condiciones de trópico alto. Actas III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles y VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Puerto Iguazú, Misiones.
- García, D. E.; Medina, M. G.; Moratinos, P.; Torres, A.; Cova, L. J.; Perdomo, D., 2009. Potencial forrajero para cabras de veinte especies leñosas en el estado Trujillo, Venezuela. Zootecnia Trop. 27, 221-232.
- González, Daimarys; Ruiz, T. E.; Díaz, H., 2013. Sección del tallo y forma de plantación: su efecto en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 47, 425-429

- Hernández, N.; Fontes, Dayamí; Martínez, J.; González, A.; Mazorra, C. y Y. Lezcano., 2015. Comportamiento agroproductivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en dos condiciones edáficas de la provincia Ciego de Ávila. Memorias V Congreso de Producción Animal Tropical. San José de las Lajas, Cuba.
- Holguín, V.A.; Ortiz, S.; Velasco, A.; Mora, J. 2015. Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Candelaria, Valle del Cauca. Revista de medicina veterinaria y zootecnia, 62(2): 57-7.
- Houriet, J., Rossner, M., Colcombet, L., 2009. Implementación de sistemas silvopastoriles en establecimientos de pequeños productores de Misiones, Argentina. Actas 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas, Misiones, Argentina, pp. 380-385.
- Kimmich, G., 2010. Efecto de la inoculación con *Brady rhizobium* sp. sobre la biomasa aérea y radical de *Arachis pintoi*, bajo dos condiciones de radiación y dos tratamientos de suelo, en el norte de la provincia de Misiones, Argentina. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad del Salvador (USAL), Escuela de Agronomía, Virasoro, Corrientes.
- Kucseva, C.D., Balbuena, O., 2010. Efectos de la suplementación sobre el consumo de pastos tropicales. Jornadas del Proyecto Nacional de Nutrición Animal. INTA, pp.47-57.
- Loto, M.; Rossner, M.B.; Colcombet, L.; Kimmich, G., 2015. Análisis preliminar de la calidad forrajera de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en el Norte de Misiones, Argentina. Actas del III Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles y VIII Congreso Internacional de Sistemas Agroforestales. Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.
- Lugo-Soto M., Molina F., González I., González J., Sánchez E., 2012. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. Zoot Trop., 30, 317-325.
- Lugo-Soto M., Jiménez C., Molina F., González J., 2013. Efecto de *Trichoderma harzianum* y humus líquido en el establecimiento vegetativo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. Zootecnia Trop., 31, 50-56.
- Mahecha, L., Rosales, M., 2005. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl]. Gray), en la producción animal en el trópico. Livestock Research for Rural Development, 17: 1-9.
- Medina, M., García, D., González, M., Cova, L., Moratinos, P., 2009. Variables morfoestructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. Zootecnia Trop., 27(2), 121-134.
- Montagnini, F., 2012. Sistemas silvopastoriles, una alternativa a la ganadería convencional contribuyendo a la mitigación y adaptación al cambio climático en América Latina. Alcance- Revista de la Facultad de Agronomía UCVMaracay. Venezuela. 71, 1-24.
- Montagnini, F., Somarriba, E., Murgueitio, E., Fassola, H., Eibl, B., 2015. Sistemas Agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica Informe Técnico 402, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Fundación CIPAV. Cali, Colombia, pp. 454. <https://drflorenciamontagnini.wordpress.com/montagnini-et-al2015spanishagroforestry-book/>
- Murgueitio, E.; Xóchitl, M.; Calle, Z.; Chará, J.; Barahona, R.; Molina, C. y Uribe, F. 2015. Productividad en Sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En: Montagnini F., Somarriba E, Murgueitio E, Fassola H, Eibl B (Editores). Sistemas agroforestales:

funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie Técnica, Informe Técnico 402 CATIE, Turrialba, Costa Rica. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. 454p. Pachas, A., 2010 a. *Axonopus catarinensis* y *Arachis pintoi*: Alternativas forrajeras en sistemas silvopastoriles de la provincia de Misiones, Argentina. Tesis MS. Escuela para Graduados Ingeniero Agrónomo Alberto Soriano, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, pp. 99.

Pachas, A. N.; Colcombet, L.; Fassola, H.E., 2010. Los sistemas silvopastoriles en Argentina. Oportunidades para pequeños productores de producción de leche en sistemas silvopastoriles en la provincia de misiones Argentina. Resúmenes III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la ganadería sostenible del Siglo XXI. Morelia y Tepalcatepec, Michoacán, México.

Pérego, J. L., 1996. Guía de Pasturas Tropicales-Subtropicales Cultivadas para la provincia de Misiones, República Argentina. INTA EEA Cerro Azul. Miscelánea N° 31, pp.34.

Pérego, J., 2009. Leguminosas: plantas de gran utilidad. Noticias y Comentarios INTA Mercedes. 445,1-3.

A. Pérez, I. Montejo, J.M. Iglesias, O. López, G.J. Martín, D.E. García, Idolkis Milián y A. Hernández. 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Pastos y Forrajes, Vol. 32, No. 1.

Pezo, D & Ibrahim, M., 1999. Sistemas silvopastoriles. Colección modelo de enseñanza agroforestal, 2° edición, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Ríos, C., 1997. Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica. 2da Edición. Colciencias-CIPAV. Cali, Colombia, pp. 115-126.

Ríos, C.I. 1999. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. En: Agroforestería para la producción animal en América Latina. (Sánchez M.D. y Rosales, M., Eds). Estudio FAO Producción y Sanidad Animal N° 143. FAO, Roma. p. 311

Rivera, J. & Gómez-Leyva, J.; Chará, J.; Kastaño, K.; Morales, G.; Rosales B.,; Del Val Diaz, R.

2017. Diversidad de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray para la alimentación animal en Colombia y México. México. 10.13140/RG.2.2.10469.50407.

Roig, J.T. 1974. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Ediciones de Ciencia y Técnica. Instituto del Libro. La Habana. 949 p.

Romero, O.; Galindo, A.; Murgueitio, E.; Calle, Z. 2014. First experiences in the spread of boton de oro (*Tithonia diversifolia*, Hemsl. Gray) from planting seeds for intensive systems sylvopastoral in Colombia. Tropical and Subtropical Agroecosystems, (17): 525 – 528.

Rossner, M.; Houriet, J.L.; Pavetti, D., 2008. Descripción de pasturas evaluadas en sistemas silvopastoriles del Centro Sur de la Provincia de Misiones. EEA Cerro Azul. Miscelánea N°60, pp.32.

Rossner M., Arndt G., Kimmich G., Lacorte S., 2012. Radiación, fertilización e inoculación en la implantación de leguminosas forrajeras. Actas 2do Congreso Nacional Silvopastoril, Santiago del Estero, Argentina.

Rossner, M., Kimmich, G., Esquivel, J., Gonzalez, P., Loto, M., Ziegler, A., Colcombet, L., Fleitas, F., 2017a. Evolución de la adopción de Botón de oro (*Thitonia diversifolia* Hemsl.

Gray) en la Provincia de Misiones, Argentina. Actas del IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles. Manizales, Colombia.

Rossner, M., Kimmich, G., Corró, F., Fernández, F., Ziegler, A., 2017 b. Implantación de botón de oro (*Tithonia diversifolia* Hemsl A. Gray) con corrección de pH y fertilización fosfórica en suelos rojos del NE de Corrientes, Argentina. Actas del IX Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles. Manizales, Colombia.

Ruiz, T. E.; Febles, G.; Torres, Verena; González, J.; Achang, G.; Sarduy, L., 2010. Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona centro occidental de Cuba. Rev. Cub. Cienc. agríc. 44, 291-295.

Ruíz, T. E.; Febles, G. J.; Galindo, J.; Savón, L.; Chongo, B.; Torres, V.; Cino, D.M.; Alonso, J.; Martínez, Y.; Gutiérrez, D.; Crespo, G. J.; Mora, L.; Scull, I.; LaO, O.; González, J.; Lok, S.; González, N. y Zamora, A. 2014. *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola 48:79. <http://cjasience.com/index.php/CJAS/search/search>.

Ruiz T. E.; Alonso, J.; Febles, G. J.; Galindo, J. L.; Savon, L. L.; Congo, B.; Martínez, Y.; La O, O.; Cino, D. M.; Crespo, G. J.; Mora, L.; Valenciaga, N.; Padilla, C.; Rodriguez, B.; Muir, L.; Rivero, A.; Hernández, N. 2017. Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray en Cuba. Editores: Chará, J., Peri, P. y Rivera J. Actas IX Congreso Sistemas Silvopastoriles. Aporte a los objetivos de desarrollo sostenible. Cali, Colombia. pág. 486.

Sotomayor G, A.; Moya N., I.; Teuber W., O., 2009. Manual de establecimiento y manejo de sistemas silvopastorales en zonas patagónicas de Chile. Manual N° 41 Centro Agroforestal Patagónico, Instituto Forestal Sede Patagonia, pp.48.

Wanjau, S. Mukalama J y Thijssen R 1998. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. LEISA. 13 (3):25.

Weaver, R.J. 1987. Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura. 5ta ed. Trillas. Ciudad de México, México.