



Comportamiento agronómico en pastoreo de materiales destacados de *Tithonia diversifolia* en Cuba

Agronomic Behavior in Grazing of Outstanding Materials of *Tithonia diversifolia* in Cuba

Tomás E. Ruiz* <https://orcid.org/0000-0002-1690-1140>

Gustavo J. Febles <https://orcid.org/0000-0002-4567-6472>

Jatnel Alonso <https://orcid.org/0000-0001-8697-5981>

Verena Torres <https://orcid.org/0000-0002-7451-8748>

Nurys Valenciaga <https://orcid.org/0000-0003-3514-2095>

Juana Galindo <https://orcid.org/0000-0001-8639-4693>

Raúl Mejías <https://orcid.org/0000-0002-0254-2351>

Yolaine Medina <https://orcid.org/0000-0003-0869-2665>

Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24,
San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

*Autor de correspondencia: teruizv@gmail.com

Recepción: 20 de mayo de 2023

Aceptado: 14 de agosto de 2023

Resumen

Objetivo. Para estudiar el comportamiento agronómico ante el pastoreo de materiales destacados de *Tithonia diversifolia*, se desarrolló esta investigación durante tres años (2016, 2017 y 2018). **Material y métodos.** El experimento fue diseñado y procesado mediante diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, donde los tratamientos fueron cuatro materiales destacados de *Tithonia diversifolia*, denominados: IcaCuba Oc-10, IcaCuba Oc-23, IcaCuba

Abstract

Objective. To study the agronomic behavior when grazing outstanding materials of *Tithonia diversifolia*, this research was carried out for three years (2016, 2017 and 2018). **Material and methods.** The experiment was designed and processed using a randomized block design with four repetitions, where the treatments were four outstanding *Tithonia diversifolia* materials called: IcaCuba Oc-10, IcaCuba Oc-23, IcaCuba Oc-24 and IcaCuba

Oc-24 e IcaCuba Oc-25 asociadas a *Cynodon dactylon*. La investigación se desarrolló sin fertilización ni riego. **Resultados.** La información analizada corresponde a los periodos lluvioso, poco lluvioso y total. En la estación lluviosa el material Oc-25 alcanzó mayor altura y menor rendimiento de hojas, Oc-23 tiene menor número de rebrote y menor altura del césped de gramínea. El rendimiento de la gramínea fue inferior para los materiales Oc-23 y Oc-25, con menor presencia de la especie para el Oc-25. La menor altura de la planta de tithonia fue para Oc-24 sin diferir del Oc-10 y Oc-23, pero con mayor rendimiento de hoja. La altura del césped de gramínea alcanzó su mayor valor para Oc-10 y mayor presencia de la especie. En la estación poco lluviosa Oc-24 tuvo menor altura y Oc-25 mayor. El mayor rendimiento de hoja de tithonia fue para Oc-24 y Oc-25, con menor rendimiento de la gramínea y presencia para el material Oc-25. El mayor rendimiento se obtuvo en Oc-10, seguido Oc-24 y la mayor presencia de la gramínea estuvo en Oc-10 y Oc-23. La altura del césped de gramínea presentó los mayores valores para Oc-10 y Oc-24 y menor para Oc-23. En el acumulado anual la menor producción de hoja fue en el material Oc-25, mientras el mayor rendimiento de gramínea se encontró para Oc-10 seguido Oc-24. **Conclusiones.** Todos los materiales de tithonia evaluados bajo pastoreo (IcaCuba Oc-10, IcaCuba Oc-23, IcaCuba Oc-24 y IcaCuba Oc-25) tuvieron integralmente un buen comportamiento, así como estabilidad del sistema tithonia-gramínea.

Palabras clave

Estabilidad productiva, variedades, evaluación, silvopastoriles.

Oc-25 associated with *Cynodon dactylon*. The research was carried out without fertilization or irrigation. **Results.** The information analyzed corresponds to the rainy, dry and total periods. In the rainy season, the Oc-25 material reached higher height and lower leaf yield, Oc-23 has a lower number of regrowth and lower height of the grass lawn. Grass yield was lower for Oc-23 and Oc-25 materials, with less presence of the species for Oc-25. The lowest height of the tithonia plant was for Oc-24 without differing from Oc-10 and Oc-23, but with higher leaf yield. The height of the grass lawn reached its highest value for Oc-10 and the highest presence of the species. In the dry season Oc-24 had lower height and Oc-25 higher. The highest yield of tithonia leaf was for Oc-24 and Oc-25, with lower grass yield and presence for the Oc-25 material. The highest yield was obtained in Oc-10, followed by Oc-24 and the highest presence of the grass was in Oc-10 and Oc-23. The height of the grass grass presented the highest values for Oc-10 and Oc-24 and the lowest for Oc-23. In the annual accumulated, the lowest leaf production was in the material Oc-25. While the highest grass yield was found for Oc-10 followed by Oc-24. **Conclusions.** All the tithonia materials evaluated under grazing (IcaCuba Oc-10, IcaCuba Oc-23, IcaCuba Oc-24 and IcaCuba Oc-25) had an integrally good behavior, as well as stability of the tithonia-grass system.

Keywords

Productive stability, varieties, evaluation, silvopastoral.

Introducción

Desde hace más de tres décadas se conocen los atributos forrajeros de *Tithonia diversifolia* y en los últimos años se consolidan un conjunto de conocimientos científicos y técnicos que permiten la alimentación de diversas especies de animales domésticos (Murgueitio, 2022). Las investigaciones en sistemas productivos pecuarios que involucran a la *T. di-*

versifolia crecen incesantemente, especialmente en sistemas silvopastoriles en numerosos agroecosistemas de América Latina y el Caribe, así como en África y Asia.

En este sentido, entre los años 2017 y 2022 la actividad con *T. diversifolia* en sistemas pecuarios continua muy activa en América Latina y el Caribe, y los trabajos de investigación, capacitación, divulgación, extensión rural y asistencia técnica se multiplican en países como Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Venezuela (Murgueitio, 2022). Así, durante el XI Congreso Internacional Silvopastoril organizado en México en el año 2021, se presentaron numerosos trabajos de investigación, así como experiencias exitosas de productores en varios países (Rivera *et al.*, 2021a).

Mientras pocos estudios de variabilidad genética se desarrollaron para *T. diversifolia* (Ruiz *et al.*, 2010; Yang *et al.*, 2012; Holguín *et al.*, 2015; Luo *et al.*, 2016; Rivera *et al.*, 2018 y Alonso *et al.*, 2021), encontrándose variabilidad en esta especie en diferentes zonas de Cuba, Colombia, China, Laos y México.

La *T. diversifolia* se emplea tradicionalmente como alimento para el ganado y casi nunca se trabaja en pastoreo directo (Rúa, 2011); además, a pesar de las observaciones acerca del uso de esta especie en la alimentación animal, en especial por campesinos, se realizan pocas investigaciones a nivel mundial en este campo (CIPAV, 2009). Ruiz *et al.* (2013) informaron del potencial de esta planta en pastoreo, producto del comportamiento de diferentes materiales de tithonia colectados en Cuba.

El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento agronómico de diferentes materiales vegetales destacados de *Tithonia diversifolia* combinado con *Cynodon dactylon* bajo pastoreo en la producción de biomasa.

Materiales y métodos

Tratamientos y diseño

El experimento fue diseñado y procesado en bloques al azar con cuatro repeticiones, donde los tratamientos fueron cuatro materiales destacados de *Tithonia diversifolia* (tithonia) denominados: IcaCuba Oc-10, IcaCuba Oc-23, IcaCuba Oc-24 e IcaCuba Oc-25 asociadas a *Cynodon dactylon*. El tamaño de las parcelas fue de 1 200 m².

La Dirección de Semillas y Recursos Fitogenéticos del MINAG de Cuba para el registro de variedades comerciales otorgó esa categoría a los materiales destacados de *Tithonia diversifolia* Oc-10, Oc-23, Oc-24 y Oc-25 colectados en la zona centro-occidental de Cuba, evaluados y seleccionados por el Instituto de Ciencia Animal.

Procedimiento experimental

El trabajo se desarrolló en seis ha durante tres años (2016, 2017 y 2018) en una unidad pecuaria del Instituto de Ciencia Animal de Cuba, ubicada en la provincia Mayabeque en el occidente del país, en un suelo ferralítico rojo, de rápida desecación, arcilloso y profundo sobre calizas (Hernández *et al.*, 2015), con preparación de aradura y dos pases de grada en franjas. Se plantó en la estación lluviosa, en surcos separados a 3.0 m y estacas

a 50 cm de narigón. Para la plantación se utilizaron estacas, tomadas de la parte media del tallo, con edad de 80 días y de 50 cm de largo, en surcos de 10 cm de profundidad. El área se mantuvo limpia de malezas mediante azadón para su establecimiento. El corte de la plantación para iniciar el experimento se efectuó a 15 cm de altura, transcurrido 120 días de la siembra, así como la forma adecuada para su pastoreo, ambas se basaron en la metodología para el pastoreo de *T. diversifolia* (Ruiz *et al.*, 2020). La investigación se desarrolló sin fertilización y en condiciones de secano. Se empleó carga de dos animales/ha con hembras de la raza Siboney de Cuba con peso vivo de 225 Kg y se aprovechó el sistema durante todo el año con reposo de 45 y 70 días con ocupación de cuatro y seis días durante los periodos lluvioso y poco lluvioso, respectivamente. La gramínea presente en el sistema fue *Cynodon dactylon* (pasto bermuda) que estaba ya establecida y donde fue plantado los materiales tithonia para su evaluación.

Las variables analizadas fueron: número de rebrotes por macolla; altura de la planta y la gramínea (cm); rendimiento de hoja de tithonia (t/ha MS), de la gramínea (t/ha MS) y área cubierta por la gramínea (%); asimismo se monitoreó la incidencia de plagas y enfermedades y la disponibilidad de pastos se determinó con la metodología desarrollada por Hernández (2000), se cortaron cinco muestras a 10 cm de altura con un marco de 0.25m² en la gramínea, con 80 observaciones visuales/ha y frecuencia mensual. En tithonia la disponibilidad se comprobó con el muestreo de 3% de las plantas del potrero y en 100% del área experimental, simulando el ramoneo que realizaban los animales. De esta forma la planta se desfolió hasta un 80%. La información analizada corresponde a los periodos poco lluvioso, lluvioso y total anual.

Con relación a la precipitación durante la etapa experimental, correspondiente a la estación lluviosa (mayo-octubre), fue menor a la media histórica (918 mm) tanto en volumen como en días, con un total de 663.9 mm y 48 días respectivamente, sólo el mes de julio superó la media histórica en volumen, pero no en días. Los meses de mayo, septiembre y octubre la diferencia fue inferior a la media histórica y la temperatura media anual de la región fue de 24.86 °C; mientras que en la estación seca (noviembre-abril) se produjeron en la etapa experimental 170 mm menos respecto a la media histórica (363 mm), al igual que los días que llovió con 19 días. En el mes de diciembre no hubo precipitación. En los meses de noviembre, febrero, marzo y abril sólo hubo un día con lluvia.

Análisis estadístico

Se probaron los supuestos de normalidad de los errores para las variables: número de rebrotes y homogeneidad de varianza por Levene (1960), se cumplió los supuestos por lo que se realizó análisis de varianza, según diseño de bloque al azar. Se utilizó la dócima de Duncan (1955), para la comparación de las medias en los casos en que las variables presentaron diferencias significativas. Se utilizó el software Infostat (2001) para el procesamiento de la información.

Resultados

En la estación lluviosa el material Oc-25 alcanzó la mayor altura ($P < 0.0118$) y menor rendimiento de hojas ($P = 0.0002$), mientras el Oc-23 tiene menor número de rebrote ($P = 0.0148$) y menor altura del césped de gramínea ($P < 0.0118$) sin diferir del O-25 (cuadro 1). El rendimiento de la gramínea fue inferior para los materiales Oc-23 y Oc-25 ($P < 0.0001$), con menor presencia de la especie para el Oc-25 ($P < 0.0001$). La menor altura de la planta de tithonia ($P < 0.0118$) se encontró para el material Oc-24 sin diferir del Oc-10 y Oc-23, pero con mayor rendimiento de hoja que no difiere del Oc-23 ($P = 0.0002$). Además, su número de rebrote fue mayor y no difirió del Oc-10 y Oc-25 ($P = 0.0148$). La altura del césped de la gramínea ($P < 0.0118$) alcanzó su mayor valor para Oc-10 y no difirió de Oc-24 (cuadro 1). El material Oc-10 alcanzó la mayor presencia de la especie con el 100% del área cubierta ($P < 0.0001$) y la menor fue para el material Oc-25.

Cuadro 1

Evaluación de diferentes materiales destacados de *Tithonia diversifolia* combinados con *Cynodon dactylon* en la estación lluviosa (media por rotación)

Indicadores	Materiales de tithonia				EE (\pm)	P
	Oc-10	Oc-23	Oc-24	Oc-25		
<i>Tithonia diversifolia</i>						
Altura (m)	1.01 ^b	1.01 ^b	0.96 ^b	1.20 ^a	0.03	0.0118
Rebrote/macollas (Núm.)	232.00 ^a	146.40 ^b	285.20 ^a	215.00 ^{ab}	24.89	0.0148
Rendimiento de hojas (t MS/ha)	0.78 ^b	0.93 ^{ab}	0.99 ^a	0.54 ^c	0.05	0.0002
<i>Cynodon dactylon</i>						
Altura (cm)	54.50 ^a	23.40 ^b	47.00 ^a	24.50 ^b	5.58	0.0034
Rendimiento (t MS/ha)	1.64 ^a	0.47 ^{bc}	0.86 ^b	0.25 ^c	0.01	<0.0001
Área cubierta (%)	100.00 ^a	90.00 ^b	90.00 ^b	70.00 ^c	1.49	<0.0001

^{a,b,c} Letras distintas por filas indican diferencias significativas según Duncan (1955) para $P < 0.05$.

En la estación poco lluviosa (cuadro 2) el material Oc-24 tuvo la menor altura ($P < 0.0495$) y Oc-25 la mayor. El número de rebrote alcanzó su mayor valor en el material Oc-10 ($P = 0.0133$) pero sin diferir del Oc-23. Mientras, el mayor rendimiento de hoja de tithonia fue para Oc-24 y Oc-25 ($P = 0.0007$), pero con menor rendimiento de la gramínea ($P < 0.0001$) y presencia de esta en el área para el material Oc-25 ($P < 0.0001$). El mayor rendimiento para este componente se presentó en el área de Oc-10, seguido del área donde se encontraba Oc-24 y la mayor área cubierta por la gramínea fue para los materiales Oc-10 y Oc-23. La altura del césped de la gramínea ($P < 0.0001$) presentó los mayores valores para Oc-10 y Oc-24 y la menor para O-23 (cuadro 2).

Cuadro 2

Evaluación de diferentes materiales destacados de *Tithonia diversifolia* combinados con *Cynodon dactylon* en la estación poco lluviosa (media por rotación)

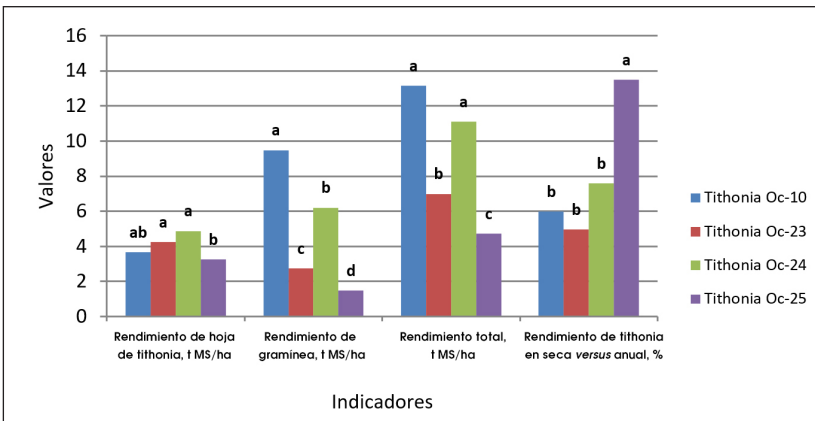
Indicadores	Materiales de tithonia				EE (±)	P
	Oc-10	Oc-23	Oc-24	Oc-25		
<i>Tithonia diversifolia</i>						
Altura (m)	1.05 ^{ab}	1.02 ^{ab}	0.93 ^b	1.11 ^a	0.06	0.0495
Rebrote/macollas (Núm.)	137.80 ^a	121.00 ^{ab}	102.20 ^b	101.90 ^b	7.36	0.0133
Rendimiento de hojas (t MS/ha)	0.22 ^b	0.21 ^b	0.37 ^a	0.44 ^a	0.03	0.0007
<i>Cynodon dactylon</i>						
Altura (cm)	35.00 ^a	15.00 ^c	33.00 ^a	25.00 ^b	0.70	<0.0001
Rendimiento (t MS/ha)	1.17 ^a	0.35 ^c	1.11 ^b	0.19 ^d	0.01	<0.0001
Área cubierta (%)	88.00 ^a	88.00 ^a	84.00 ^b	68.00 ^c	0.93	<0.0001

^{a,b,c,d} Letras distintas por filas indican diferencias significativas según Duncan (1955) para P<0.05.

En el acumulado anual (figura 1) se apreció que la menor producción de hoja se presentó en el material Oc-25, mientras el mayor rendimiento de gramínea se encontró para el material Oc-10 seguido del Oc-24. Lo anterior influyó en el rendimiento total (tithonia + gramínea) alcanzado con la presencia de los mismos materiales. El material Oc-25 mostró la mayor producción de tithonia (%) en la estación seca con relación a su producción total anual. Mientras el material Oc-24 su comportamiento fue destacado tanto para el rendimiento total y de hoja.

Figura 1

Rendimiento anual del sistema *Tithonia diversifolia* - *Cynodon dactylon* bajo pastoreo



^{a,b,c,d} Letras distintas por indicador muestran diferencias significativas según Duncan (1955) para P<0.05.

Discusión

En una revisión efectuada por Murgueitio (2022) de las principales conclusiones emanadas del I Simposio Internacional sobre Botón de Oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en sistemas de producción pecuaria en al marco del IX Congreso Internacional Silvopastoril realizado en Colombia (2017) indican lo siguiente: los sistemas agroforestales pecuarios (silvopastoriles) en las que más se investiga y se emplea *Tithonia diversifolia* son los bancos forrajeros para corte y acarreo y el ramoneo directo en silvopastoreo; también se destaca la elevada capacidad de recuperación después de cortes o ramoneos y baja demanda de insumos para su cultivo. En el Instituto de Ciencia Animal de Cuba se logró comprobar que existe una destacada diversidad morfológica y genética de materiales de *Tithonia diversifolia*, algunos de los cuales tienen mejores atributos de crecimiento, palatabilidad y funcionalidad, ya sea para corte o pastoreo (Ruiz *et al.*, 2016). Estas diferencias, según Rivera (2020), se encontraron también en estudios de diversidad molecular en Colombia CIPAV (Colombia) y México (Instituto Tecnológico de Tlajomulco en Jalisco) que tienen expresiones en las características agronómicas y nutricionales en genotipos superiores de *T. diversifolia* con capacidad de tener un buen rendimiento productivo y adaptativo para zonas de alta y baja altitud con suelos de baja fertilidad. En este sentido, autores como Holguín *et al.* (2015), Ruiz *et al.* (2016) y Rivera *et al.* (2021b), mencionan que no todas las poblaciones son apropiadas para todos los ambientes y, por tanto, identificar las de mayor potencial forrajero es fundamental para su mejor utilización.

La información indicada anteriormente coincide con los resultados encontrados en esta investigación y reafirma las posibilidades de esta planta en sistemas ganaderos, asimismo reafirma la importancia de la línea de trabajo que desarrolla el Instituto de Ciencia Animal desde 2006.

Con relación al tema de la remoción del follaje por el animal, los materiales de tithonia empleados para su pastoreo fueron aceptados sin ningún problema. Lo anterior está avalado, ya que en el proceso de evaluación de la colecta realizada en el centro-occidente de Cuba (Ruiz *et al.*, 2013) determinaron la preferencia de los animales por los materiales empleados en la presente investigación, los que fueron ramoneados de la forma siguiente: Oc-23 (37%), Oc-10 (28%), Oc-25 (20%) y Oc-24 (17%) respecto a la disponibilidad de su follaje, y confirma las recomendaciones de Ruiz *et al.* (2013) relacionadas con aquellos materiales de tithonia destacados (Oc-3, Oc-5, Oc-10, Oc-16, Oc-17, Oc-23, Oc-24 y Oc-25) para el pastoreo. Estos resultados son más apropiados que los encontrados en los trabajos que se indican a continuación en condiciones de pastoreo, en donde el consumo de *T. diversifolia* se ubica entre 5 a 15% del total de la dieta (Rivera *et al.*, 2015; Mejía-Díaz *et al.*, 2017). Todos los resultados anteriores ratifican las posibilidades de los materiales de tithonia colectados en Cuba para su pastoreo.

De acuerdo a lo anterior, se debe agregar que la situación de la extrema sequía, menor a la media histórica, a la que se tuvo que enfrentar los materiales durante el periodo de estudio, influyó en los resultados relacionados con los rendimientos. La misma no provocó mortalidad entre los diferentes materiales de tithonia que se evaluaron, y ratifica las

posibilidades de desarrollo de la especie de resistir mejor la falta de humedad en zonas con baja precipitación.

En este sentido, al hacer una integración de los indicadores de crecimiento y desarrollo monitoreados en el tiempo, se tiene que los arbustos de tithonia que se desean utilizar para su ramoneo deben tener porte bajo como presentaron todos los materiales en este estudio, y varió muy poco entre estaciones climáticas. No siendo así para el número de rebrote, que fue menor en la estación seca, pero con valores adecuados, aunque para el material Oc-23 su diferencia fue menor (146.4 *versus* 121.0) al comparar ambas estaciones. El rendimiento de hoja fue semejante en ambas estaciones para el material Oc-25, mientras que el mayor valor fue para el material Oc-24 y la hoja alcanzó menores valores en la estación seca, no obstante, los materiales de mejor respuesta en esta estación son Oc-24 y Oc-25. Es necesario señalar que el mayor valor alcanzado por el material Oc-25 con relación al indicador rendimiento de tithonia en seca *versus* anual está influenciado por el menor rendimiento de hoja de tithonia en la estación lluviosa. Los materiales que por sus características de crecimiento afectaron menos el desarrollo de la gramínea fueron Oc-10 y Oc-24, seguido del Oc-23 para ambas estaciones climáticas.

González *et al.* (2017) indicaron que *Tithonia diversifolia* tiene un rango de intercepción de luz mayor al de muchos arbustos forrajeros, por ello se propone tener presente en el manejo de esta planta, principalmente cuando se asocia con una gramínea, ya que esa característica puede afectar el buen desarrollo de esta, motivado por competencia por luz.

Quevedo (2014) resalta que los SSP con presencia de arbustos como el botón de oro, permiten realizar un ramoneo por los animales, por la oportunidad de seleccionar rebrotes, hojas y tallos frescos que presentan mayor contenido nutricional. En este sentido, Rivera *et al.* (2015) señalaron su producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, e incluso del pastoreo, mientras Gallego *et al.* (2014) mencionó resistencia al corte y al ramoneo. En este sentido, en Cuba, Iraola *et al.* (2022) y García *et al.* (2021) señalaron que cuando la *Tithonia diversifolia* IcaCuba Oc-10 es manejada adecuadamente, es un arbusto de gran utilidad para la producción de carne de res y para vacas de mediano potencial lechero en condiciones de pastoreo, respectivamente.

Para la incidencia de plagas y enfermedades, el estudio indicó que no existieron afectaciones de plagas que influyeran en el buen desarrollo de la planta para los diferentes materiales vegetales de tithonia.

La información obtenida en la investigación da a conocer de una mayor diversidad de materiales para su empleo en pastoreo con esta especie para sistema silvopastoriles. También logro integrar y profundizar en aspectos esenciales de la *Tithonia diversifolia* en pastoreo, lo que permitió poder utilizar eficientemente la especie estudiada y prolongar su vida útil en función de la producción animal.

Conclusión

Los materiales de tithonia evaluados bajo pastoreo (IcaCuba Oc-10, IcaCuba Oc-23, IcaCuba Oc-24 y IcaCuba Oc-25) tuvieron integralmente buen comportamiento, así como estabilidad del sistema tithonia-gramínea al valorarse los indicadores que se monitorearon

durante tres años con hembras en desarrollo. Lo anterior da a conocer una mayor diversidad de materiales para su empleo en pastoreo con esta especie para sistema silvopastoriles

Agradecimientos

Queremos reconocer el aporte a estos resultados de los técnicos Humberto Díaz y Ciro Mora del Departamento de Pastos y Forrajes del Instituto de Ciencia Animal de Cuba.

Literatura citada

- Alonso, J.; Grajales R.; Hernández, R.; Reyes, M.E. y Tuero, R. (2021). Caracterización morfológica y productiva de materiales de *Tithonia diversifolia* colectados en el estado de Chiapas, México. Editores: Rivera J., Colcombet L., Santos-Gally R., Murgueitio E., Díaz M., Mauricio R., Peri P., Chará J. 2021. Sistemas Silvopastoriles: Ganadería Sostenible con Arraigo e Innovación. CIPAV. Cali, Colombia. 126 p. ISBN: 978-958-9386-99-6.
- CIPAV. (2009). Sistemas agroforestales, banco de forraje de leñosas, árboles y arbustos. En: Sistemas silvopastoriles. Ed. Enrique Murgueitio. Cali, Colombia.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11:1.
- Gallego, L.A.; Mahecha, L. y Angulo, J. (2014). Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agron. Mesoam.* 25: 393-403.
- García, R.; Rodríguez, I. y Villafranca, M. (2021). Respuesta al pastoreo de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) y baja suplementación de concentrados en vacas lecheras. *Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal.* 5(3):14-20 ISSN 2602-8220
- González, P.A.; Loto, M.; Rossner, M.B.; Colcombet, L.; Rogerio, M. y Kimmich, G. (2017). Productividad de *Tithonia diversifolia* bajo distintos niveles de sombra en la Provincia de Misiones, Argentina. Proceedings of the IX Congreso internacional de sistemas silvopastoriles, Manizales, Colombia, 6-8 September 2017. Pp. 471-477.
- Hernández, I. (2000). Utilización de las leguminosas arbóreas L. Leucocephala, A Lebeck y B. purpúrea en sistemas silvopastoriles. Tesis presentada en opción al grado científico de doctor en ciencias agrícolas. ICA. La Habana. Cuba. 138 p.
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. y Castro, N. (2015). Clasificación de los Suelos de Cuba 2015. Ediciones INCA. Mayabeque, Cuba. 64 p. ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Holguín, V.A.; Ortiz, S.; Velasco, A.; y 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): 57-72.
- INFOSTAT. (2001). Manual del usuario. Software estadístico. Versión 1.0 Triunfar S.A. La Rioja. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Iraola, J.; García, Y.; Fraga, L.M.; Gutiérrez, D.; Barros-Rodríguez, M.; Hernández, J.L. y Albelo, D. (2022). Conferencia. Comportamiento productivo de machos vacunos en silvopastoreo con *Tithonia diversifolia*. Memorias del II Simposio Internacional sobre *Tithonia diversifolia* en sistema de producción agropecuaria. Convención Producción Animal y Agrodesarrollo 2022 ISBN: 978-959-7171-86-7.
- Levene, H. (1960). Robust tests for the equality of variance In: Olkin I., Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling, Stanford University Press. Pp. 278-292. ISBN: 978-0-8047-0596-7.
- Luo, L.; Zhang, P.; Ou, X.; Geng, Y. (2016). Development of EST-SSR markers for the invasive plant *Tithonia diversifolia* (Asteraceae). *Applications in Plant Sciences*, 4 (7): apps.1600011. <http://doi.org/10.3732/apps.1600011>.
- Mejía-Díaz, E.; Mahecha-Ledesma, L. y Angulo-Arizala, J. (2017). Consumo de materia poco lluviosa en un sistema silvopastoril de *Tithonia diversifolia* en trópico alto. *Agronomía Mesoamericana.* 28(2): 389-403. doi:10.15517/ma.v28i2.23561.

- Murgueitio, E. (2022). Conferencia Magistral. *Tithonia diversifolia* una Asterácea diferente: su papel en los sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Memorias del II Simposio Internacional sobre *Tithonia diversifolia* en sistema de producción agropecuaria. Convención Producción Animal y Agrodesarrollo 2022. ISBN: 978-959-7171-86-7.
- Quevedo, M. (2014). Efecto de un sistema silvopastoril sobre la calidad de la leche, comparado con un sistema de producción convencional. Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia. Tesis de grado como requisito para optar al título de Magister en Ingeniería Agroindustrial. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52877>.
- Rivera, J.E.; Cuartas, C.A.; Naranjo, J.F.; Tafur, O.; Hurtado, E.A.; Arenas, F.A.; Chará, J. y Murgueitio, E. (2015). Efecto de la oferta y el consumo de *Tithonia diversifolia* en un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), en la calidad y productividad de leche bovina en el piedemonte Amazónico colombiano. *Livestock Research for Rural Development*. 27 Article #189. <http://www.lrrd.org/lrrd27/10/rive27189.html>.
- Rivera, J.E.; Chará, J.; Gómez-Leyva, J.F.; Ruíz, T.E. y Barahona, R. (2018). Variabilidad fenotípica y composición fitoquímica de *Tithonia diversifolia* A. Gray para la producción animal sostenible. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 30, Article #200. from <http://www.lrrd.org/lrrd30/12/rive30200.html>
- Rivera, J.E. (2020). Variabilidad fenotípica y genética de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, una planta para la producción animal sostenible en Colombia. Tesis de Doctorado en Ciencias Animales Programa de posgrado Universidad de Antioquia, Colombia.
- Rivera, J.; Colcombet, L.; Santos-Gally, R.; Murgueitio, E.; Díaz, M.; Mauricio, R.; Peri, P y Chará, J. (2021a). Sistemas Silvopastoriles: Ganadería Sostenible con Arraigo e Innovación. CIPAV. Cali, Colombia. 656 p.
- Rivera, J.E.; Ruíz, T.E.; Chará, J.; Gómez-Leyva, J.F.; y Barahona, R. (2021b). Biomass production and nutritional properties of promising genotypes of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray under different environments. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. 9(3): 280–291. <https://doi.org/10.17138/tgft>.
- Rúa, M. (2011). ¿Es posible el uso del botón de oro (*Tithonia diversifolia*) en pastoreo? Cultura Empresarial Ganadera. Instituto Internacional “André Voisin”. Colombia.
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Torres, V.; González, J.; Achang, G.; Sarduy, L. y Díaz, H. (2010). Assessment of collected materials of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) (Hemsl.) Gray in the center-western region of Cuba. *Cuban J. Agric. Sci.* 44(3): 285-289.
- Ruiz, T.E.; Febles, G.; Díaz, H.; González J. y Achang G. 2013. Evaluación en pastoreo de materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) colectados en Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 47(3): 305-309.
- Ruiz, T.E.; Alonso, J.; Febles, G.J.; Galindo, J.L.; Savón, L.L.; Chongo, B.B.; Torres, V.; Martínez, Y.; La O, O.; Gutiérrez, D.; Crespo, G.J.; Cino, D.M.; Scull, I. y González, J. (2016). *Tithonia diversifolia*: I. Estudio integral de diferentes materiales para conocer su potencial de producción de biomasa y calidad nutritiva. *Avances en Investigación Agropecuaria*. 20(3): 63-82.
- Ruiz, T.E.; Febles, G.J.; Alonso, J.; Galindo, J.L.; La O, O.; Savón, L.L.; Gutiérrez, D.; Martínez, Y.; Chongo, B.B.; Crespo, G.J.; Mora, L.; Rodríguez, B.; Vázquez, Y. y Cino, D.M. (2020). Guía técnica para el empleo de *Tithonia diversifolia* en la ganadería. ¿Qué hacer para producir biomasa de calidad? Editorial Política, La Habana, Cuba. 22 p. ISBN: 978-959-01-1072-6.
- Yang, J.; Tang, L.; Guan, Y.; Sun, W. (2012). Genetic Diversity of an Alien Invasive Plant Mexican Sunflower (*Tithonia diversifolia*) in China. *Weed Science*. 60: 552–557. <https://doi.org/10.1614/WS-D-11-00175.1>.