



ENTOMOFAUNA ASOCIADA A UN SISTEMA SILVOPASTORIL DE *TITHONIA DIVERSIFOLIA* VC. ICA CUBA OC-10, DESTINADO A LA CEBA DE TOROS

ENTOMOFAUNA ASSOCIATED WITH A SILVOPASTORAL SYSTEM OF *TITHONIA DIVERSIFOLIA* CV. ICA CUBA OC-10, INTENDED FOR BULL FATTENING

NURYS VALENCIAGA*, J. IRAOLA, MAGALY HERRERA, T. E. RUIZ

Instituto de Ciencia Animal, C. Central km 47½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba

* *Email: nvalenciaga1966@gmail.com*

Para evaluar la entomofauna asociada a un sistema silvopastoril (SSP) de tithonia y gramíneas mejoradas y naturales destinado a la ceba de toros, se condujo un experimento durante cuatro años. En tres momentos climáticos (enero, mayo y septiembre) se tomó, una muestra de 20 redadas, con la utilización de la red entomológica, por cada componente vegetal. Los resultados evidenciaron la superioridad de la clase Insecta. Se colectaron, 14 órdenes, 37 familias y 76 morfo-especies. De ellas 38 fitófagos, 13 visitantes, 22 biorreguladores, 2 hematófagos y 1 omnívoro. Los fitófagos de mayor ocurrencia fueron los saltahojas: *Empoasca* sp., *Hortensia similis*, *Draeculacephala cubana* y un complejo de crisomélidos de los géneros *Epitrix*, *Diabrotica*, *Colaspis*, *Deloyala*, *Diachus*, *Typophorus*, *Cryptocephalus*, *Oedionychus* y *Anyostena*, que ejercen sus daños con mayor énfasis en el pasto base y en el área testigo. Sin embargo, sólo alcanzaron la categoría de frecuente. El resto estuvieron en el entorno de poco frecuente (<10). Septiembre fue el mes más representativo de la entomofauna asociada. Se concluye que el estudio de la entomofauna en las áreas evaluadas ratifica la función del componente arbóreo en el agroecosistema. En lo que respecta al SSP con tithonia y pasto base, se constata que el sistema logra mantener en equilibrio biológico especies fitófagas, visitantes y biorreguladoras, sin provocar daños económicos en los componentes vegetales asociados. Por tanto, se recomienda mantener la vigilancia fitosanitaria en dichas áreas, al promover sistemas cada vez más diversos, en aras de contribuir al manejo integral del agroecosistema.

Palabras clave: biorreguladores, botón de oro, insectos-plaga, pastoreo

To evaluate the entomofauna associated with a silvopastoral system (SSP) of tithonia and improved and natural grasses, intended for bull fattening, an experiment was conducted for four years. A sample of 20 raids was taken during three climatic moments (January, May and September), with the use of the entomological net for each plant component. Results showed the superiority of Insecta class. An amount of 14 orders, 37 families and 76 morphospecies were collected. Out of them, 38 phytophages, 13 visitors, 22 bioregulators, 2 hematophages and 1 omnivore. The most common phytophages were the leafhoppers: *Empoasca* sp., *Hortensia similis*, *Draeculacephala cubana* and a complex of chrysomelids of *Epitrix*, *Diabrotica*, *Colaspis*, *Diachus*, *Typophorus*, *Cryptocephalus*, *Oedionychus* and *Anyostena* genera, which provoke their damage with greater emphasis on base grass and on the control area. However, they only reached the category of frequent. The rest were included in the category of infrequent (<10). September was the most representative month of the associated entomofauna. It is concluded that the study of the entomofauna in the evaluated areas confirms the function of the tree component in the agroecosystem. Regarding the SSP with tithonia and base grass, it is demonstrated that the system manages to maintain phytophagous, visitor and bioregulatory species in biological balance, without causing economic damage to the associated plant components. Therefore, it is recommended to maintain phytosanitary surveillance in these areas, by promoting increasingly diverse systems, in order to contribute to the comprehensive management of the agroecosystem.

Keywords: bioregulators, grazing, Mexican sunflower, pest insects

Recibido: 15 de febrero de 2024

Aceptado: 04 de mayo de 2024

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses entre ellos.

Declaración de contribución de autoría CRediT: Nurys Valenciaga: **Investigación, Metodología, Análisis formal, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición.** J. Iraola: **Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original.** Magaly Herrera: **Análisis formal, Metodología, Software, Redacción - borrador original.** T. E. Ruiz: **Conceptualización, Investigación, Metodología, Redacción - borrador original**



Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



Introducción

Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray. conocida comúnmente como botón de oro, es una especie arbustiva de la familia Asteraceae con potencial forrajero, cuyo uso en la alimentación animal adquiere cada vez mayor importancia. Su desempeño agronómico (Londoño et al. 2019), valor y calidad nutricional (Vargas et al. 2022), rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo (Ríos 2002), unido a la adaptabilidad a múltiples climas y suelos, la convierten en una planta estratégica en el ensamblaje de sistemas silvopastoriles (SSP) (Murgueitio et al. 2015 y Murgueitio 2023).

Investigaciones integrales conducidas, en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba, lideradas por Ruiz et al. (2016), ratifican las bondades y atributos de este arbusto en función de la producción animal. Como resultado de estas investigaciones, se dispone de materiales de *T. diversifolia* colectados en Cuba que pueden ser utilizados en sistemas de pastoreo (Alonso et al. 2015 y Ruiz et al. 2023a). En estos trabajos se definieron elementos tecnológicos para el uso de esta especie en sistemas silvopastoriles. Recientemente, se demuestra que su siembra por semilla gámica se puede sustentar con efectos económicos positivos (Báez et al. 2022 y Padilla et al. 2023).

A pesar de ser escasos los informes de daños o herbivorías en esta especie, para lograr un conocimiento más profundo acerca de la fitosanidad, el objetivo de este estudio fue evaluar la entomofauna, asociada a un silvopastoreo de *T. diversifolia* vc. ICA CUBA Oc-10, destinado a la ceba de toros.

Materiales y Métodos

Localización: La investigación se realizó durante cuatro años en el Instituto de Ciencia Animal (ICA), localizado a los 22° 53' de latitud norte, a los 82° 02' de longitud oeste y a 92 m.s.n.m., en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, República de Cuba. La evaluación comprendió del 2019 al 2023.

Área experimental: Se utilizaron 10 ha, compuestas por una mezcla de gramíneas mejoradas (*Cynodon nlemfuensis*) y gramíneas naturales (*Paspalum notatum*, *Sporobolus indicus*, *Dichantium* sp.). El área de estudio se dividió en dos sistemas, de 5 ha cada uno. Uno de ellos estuvo compuesto por gramíneas (área testigo) y el otro, por un sistema silvopastoril (SSP) de gramíneas-tithonia asociada en 100 % del área, cuyo destino productivo fue la ceba de machos bovinos "Siboney de Cuba".

Metodología de establecimiento de los SSP de tithonia: La siembra de *T. diversifolia* se realizó, en un suelo pardo carbonatado (Hernández et al. 2019), de acuerdo con los conceptos y metodologías desarrolladas por Ruiz y Febles (1999) y Ruiz et al. (2006). Se realizó previa preparación de suelos en franjas en áreas de pastizales. Las franjas de tithonia se orientaron de este a oeste y la siembra se realizó

por esquejes, posturas y semilla botánica. Se utilizó para ello la variedad registrada ICACUBA Oc-10 propuesta por Ruiz et al. (2010) para su utilización en pastoreo.

Procedimiento experimental: Para los estudios de la entomofauna asociada se trazó inicialmente la línea base en ambas áreas antes de la siembra de tithonia. Se tomaron dos muestras de 20 redadas en un área representativa del área a sembrar, y dos muestras iguales en el área testigo, conformada por las gramíneas. Posteriormente, ya con el fomento del SSP se implementó un muestreo estratificado en cinco bloques. En el centro de cada bloque se definió el área representativa de muestreo, según metodología propuesta por CIBA-GEIGY (1981). Los muestreos se realizaron en tres momentos climáticos del año (enero, mayo y septiembre). En cada bloque se tomó una muestra de 20 redadas con la utilización de la red entomológica por cada componente vegetal (tithonia y pasto base) para un total de 10 muestras (cinco en la tithonia y cinco en el pasto base). En el área testigo, establecida solamente con gramíneas, se tomaron cinco muestras. Todas se individualizaron en bolsas plásticas, con sus respectivas identificaciones y se trasladaron al Laboratorio de Manejo de Plagas del Departamento de Pastos del ICA para su procesamiento e identificación taxonómica. Se utilizó para ello un microscopio estereoscópico, colecciones entomológicas y claves dicotómicas afines. Se identificaron los insectos fitófagos, organismos visitantes y la fauna benéfica asociada (biorreguladores) en cada área de estudio, atendiendo a la asignación de los grupos funcionales de acuerdo a Metcalf y Flint (1965), Triplehorn y Johnson (2005), Mancina y Cruz (2017) y World Spider Catalog (2020). Se evaluó, además, el nivel de daño provocado por insectos-plaga en cada componente vegetal, de acuerdo con los descritos por Calderón (1982).

Condiciones climáticas del área de estudio: La temperatura media anual fue de 24.86 °C. El acumulado de precipitaciones en el 2019 fue de 1254.7 mm con 71 d de lluvia. En el 2020 hubo un acumulado de 1599.4 mm con 118 d. En enero, mayo y septiembre fue 6.9 mm con 4 d, 351.8 mm con 13 d y 240.7 mm con 15 d, respectivamente. El acumulado de precipitaciones en el 2021 fue de 1497.9 mm con 88 d de lluvia. Enero tuvo 34 mm en sólo 1 d, mayo apenas 40.1 mm con 7 d y septiembre 218.7 mm con 15 d. En el 2022 el acumulado de precipitaciones fue de 1903.7 mm con 100 d. En enero, mayo y septiembre se registraron 24.9 mm en 4 d, 253.8 mm en 14 d y 258.1 mm en 18 d, respectivamente. En el 2023 fue de 1171.6 mm en 95 d de lluvia: enero con 4.6 mm con 2 d, mayo con 182.5 mm en 13 d y septiembre con 159.8 mm con 12 d de lluvia. Éste último año aparentó llover más. Sin embargo, el acumulado de precipitaciones fue muy inferior a la media histórica (40 años) con 258.4 mm menos. Por el contrario, el 2022 llovió 473.7 mm más con respecto a la media histórica.

Análisis y procesamiento de datos: Se elaboró una base de datos en Excel con toda la información colectada. Se determinaron los indicadores ecológicos: número de individuos (N), riqueza de especies (S), uniformidad (E), índice de Margalef (DMg), índice de Simpson (Dsp), índice de Shannon (H'), varianza de Shannon, índice de Berger-Parker (d) y alfa (distribución logarítmica) para la línea base, de acuerdo al programa Diversity según Henderson y Seaby (1998). Luego se agrupó la arthropodofauna asociada en cada área experimental según componente vegetal y la riqueza y abundancia de especies, de acuerdo con el momento de muestreo en el año. En el primer año, se realizó análisis de comparación de proporciones (chi-cuadrado) de acuerdo con el paquete estadístico ComparPro versión 1 (Font *et al.* 2007). Para la abundancia de especies se procedió de acuerdo con el momento de muestreo y se aplicó la dócima de Duncan (1955) para $P < 0.05$ para la diferenciación de las medias en los casos necesarios.

Se determinó, en el segundo año de muestreo, la frecuencia relativa (Fr) y la abundancia relativa (Ar) de la arthropodofauna asociada, con énfasis en la fauna de insectos. Además, se determinó el porcentaje de intensidad (% intensidad) y el de distribución (% distribución) cuando se encontraron lesiones moderadas por insectos. Seguidamente, se emiten las fórmulas y escalas correspondientes de acuerdo con INISAV (2006).

$$Fr = \frac{Fi}{Ft} \times 100$$

donde:

Fr: Frecuencia relativa

Fi: Cantidad de veces que apareció cada insecto por mes

Ft: Cantidad de veces que se evaluó

Escala

Muy Frecuente ≥ 30

Frecuente $\geq 10 \leq 29$

Poco Frecuente < 10

$$Ar = \frac{n}{N} \times 100$$

donde:

Ar: Abundancia relativa

n: Cantidad de individuos de una especie por mes

N: Cantidad total de todos los individuos colectados de las diferentes especies encontradas

$$\% \text{ Intensidad} = \frac{\sum(n.v)x}{i \times N} \times 100$$

donde:

n: # de hojas investigadas

N: total de hojas investigadas

i: Valor más alto de la escala

v: Valor de la escala (I a IV)

$$\% \text{ Distribución} = \frac{a}{b} \times 100$$

donde:

a: cantidad de hojas afectadas

b: cantidad de hojas muestreadas

Resultados y Discusión

En la **tabla 1** se muestran los indicadores ecológicos registrados en la línea base realizada antes del fomento del SSP. Se demuestra la homogeneidad, en ambas áreas, al no existir evidencias de especies dominantes (0.3217 y 0.2692), hay similitud en el rango de abundancia (136 y 153), así como en la uniformidad (0.7197 y 0.8411) para el área a sembrar y el área testigo, respectivamente. Así lo demuestra el programa Diversity (Henderson y Seaby 1998) al graficar el rango de abundancia de las especies colectadas (**figura 1**).

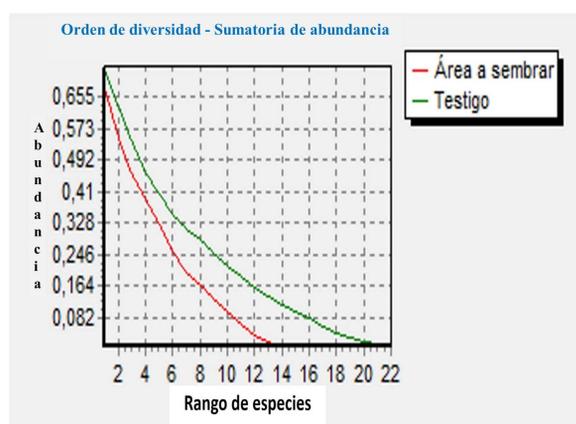
La identificación taxonómica de la arthropodofauna asociada al SSP con tithonia y pasto base, así como en el área testigo, con solo gramíneas (*C. nlemfuensis* + pastos naturales) evidenció que la clase Insecta posee superioridad con respecto al resto de las clases colectadas (Malacostraca, Gastropoda y Arachnida). Este resultado es evidente al conocer que efectivamente los insectos se pueden encontrar en casi todos los ambientes del planeta y se consideran el grupo de animales más diverso de la Tierra, con aproximadamente un millón de especies descritas. Más que todos los demás grupos de animales juntos, incluso se estima que podría haber hasta 10 millones de especies aún no descritas (Barrera y López 2016). Se colectaron, durante todo el período experimental 14 órdenes, 37 familias y 76 morfo-especies (**tabla 2**). En total se asociaron 38 morfo-especies con hábitos fitófagos, 13 visitantes, 22 morfo-especies biorreguladoras, 2 hematófagas y 1 omnívora.

Con excepción de los organismos visitantes, asociados fundamentalmente a la época de floración, atraídos por las flores de la tithonia, como las abejas (*Apis mellifera*), mariposas diurnas y libélulas, el resto frecuenta el componente vegetal de las áreas (SSP con tithonia, SSP pasto base y testigo con gramíneas) en mayor o menor proporción, en algún momento del año.

Entre los fitófagos de mayor ocurrencia se encontró un grupo complejo de saltahojas (*Empoasca* sp., *Hortensia similis*, *Draeculacephala cubana*) y otro de crisomélidos de los géneros *Epitrix*, *Diabrotica*, *Colaspis*, *Deloyala*, *Diachus*, *Typophorus*, *Cryptocephalus*, *Oedionychus* y *Anysostena*, que, aunque se pueden observar en tithonia, ejercen sus daños con mayor énfasis en el pasto base y gramíneas (área testigo). Sólo el pegador de la hoja (*Omiodes indicata*) se comprobó que posee preferencia por tithonia donde desarrolla todo su ciclo biológico. Sin embargo, *T. diversifolia* se mantiene como planta que las plagas consumen poco, con bajo porcentaje de daños, inferior al 20 %. Este resultado coincide con lo informado en estudios de Ruiz *et al.* (2017) en condiciones de Cuba.

Tabla 1. Indicadores ecológicos del área experimental (área a sembrar y testigo). Línea base

Índice de Diversidad	Área a sembrar	Testigo
Nº de Individuos (N)	136	153
Riqueza de especies (S)	14	23
Uniformidad (E)	0.7197	0.8411
Índice de Margalef (DMg)	2.7398	4.3566
Índice de Simpson (Dsp)	6.9439	9.4159
Índice de Shannon (H')	2.2566	2.6374
Varianza de Shannon	0.0075	0.0068
Índice de Berger-Parker (d)	0.3217	0.2692
Alfa (distribución logarítmica)	4.1761	7.4441

**Figura 1.** Rango de abundancia de las especies colectadas en ambas áreas en estudio

Ese comportamiento se pudo asociar a la presencia de metabolitos secundarios en la planta (Scull *et al.* 2022).

González-Sierra *et al.* (2019) al efectuar la determinación cualitativa y cuantitativa de dichos metabolitos en extractos etanólicos de raíces, tallos y hojas de *T. diversifolia* en condiciones de Cuba, refirieron gran variedad de sustancias bioactivas: fenoles, flavonoides, cumarinas, quinonas y terpenoides, con tenores superiores en raíces y con gran actividad antioxidante.

En un estudio similar desarrollados por Sabaris *et al.* (2023) se encontraron múltiples sustancias bioactivas presentes en hojas, tallos y flores, que se utilizan por parte del vegetal como mecanismo de defensa tras la acción de los herbívoros. De aquí que sean capaces de manifestar acción repelente, fagodisuasiva o insecticida a determinados insectos-plaga (Bagnarello *et al.* 2009, Castaño-Quintana *et al.* 2013, Rodríguez *et al.* 2015, Jiménez *et al.* 2016, Devi *et al.* 2022, Kerebba *et al.* 2022 y Miranda *et al.* 2022), incluso, recientemente se ha comprobado su acción molusquicida a partir de extractos foliares de la planta (Ballada y Baonan 2023).

Otros trabajos informan que la planta posee acción alelopática (Tongma *et al.* 2001 y Rodríguez-Cala y González-Oliva 2017), nematicida (Ferreira *et al.* 2012 y Alcántara Neto *et al.* 2018), así como antihelmíntica (Duarte *et al.* 2020) y antiparasitaria (Lezcana-Más *et al.* 2016). Esta capacidad de la planta de mantener baja incidencia de organismos causantes de plagas y, por consiguiente, escasos niveles de daños, constituye un resultado novedoso obtenido y comprobado en este estudio, que realza el interés por el empleo de la misma, lo que la hace aún más atractiva para fomentar su uso en la alimentación animal.

El área testigo, con sólo gramíneas, obtuvo siempre las mayores abundancias en el momento de muestreo, con respecto al resto de los componentes vegetales evaluados (tabla 3). Estudios de Alonso-Amaro *et al.* (2021) en sistemas silvopastoriles de leucaena - guinea también obtuvieron con valores superiores diversidad de insectos, numerosa y similar en las áreas muestreadas, aunque no representativos, para el estrato herbáceo.

También mayo fue el mes de menor proporción de insectos, al colectar las menores abundancias con diferencias significativas con el resto. Esto se pudo deber a que fue el mes de muestreo donde arceciaba el período seco (40.1 mm) y, lógicamente, las especies vegetales estaban sufriendo también la carencia de agua en el suelo. Por tanto, las plantas son menos turgentes y menos apetecida por los organismos fitófagos que se alimentan de ella. Este comportamiento ha sido evidente en múltiples estudios, donde los factores climáticos determinan la aparición de los organismos asociados a las plantas (Baltazar 2016 y Doria-Bolaños *et al.* 2021), y más si se conoce, de acuerdo a investigaciones de Herrera *et al.* (2018), el efecto evidente del cambio climático en la zona de estudio. Los insectos, por sus ciclos de vida muy cortos (días, semanas) en comparación con otros animales o plantas, pueden tener efectos en su desarrollo, movimiento, reproducción y comportamiento ante estos episodios climáticos extremos, como las olas de calor o las variaciones de temperatura (Nolasco *et al.* 2021).

Tabla 2. Artropodofauna asociada al área en estudio durante todo el período experimental

CLASE	ORDEN	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	GRUPO FUNC.		
Insecta	Hemiptera	Cicadellidae	<i>Empoasca</i> sp. ♂ ♀ £	saltahoja	F		
			<i>Hortensia similis</i> (Walk.) ♂ ♀ £	saltahoja	F		
			<i>Draeculacephala cubana</i> (M y B.) ♀ £	saltahoja de cabeza puntiaguda	F		
					<i>Chlorotettix minimus</i> Baker ♂ ♀ £	cicadélido	F
					<i>Thamnotettix</i> sp. ♂ ♀ £	cicadélido	F
			-	2 morfoespecies no identificadas £	saltahojas	F	
			Flatidae	<i>Ormenaria rufifascia</i> (Walker) £	flátido	F	
			Cixiidae	<i>Bothriocera</i> sp. ♂ ♀ £	cixido	F	
				<i>Oliarus</i> sp. ♂ ♀ £	cixido	F	
			Membracidae	<i>Stictocephala rotundata</i> Stål. ♀ £	cornudito	F	
	Rhyparochromidae	<i>Paromius longulus</i> (Dallas) ♀ £	chinche	F			
	Pentatomidae	<i>Mormidea pictiventris</i> (Stål) ♀ £	Chinche hedionda	F			
		<i>Nezara viridula</i> L. ♀ £	Chinche verde	F			
	-	1 morfoespecie no identificada ♀ £	chinche	F			
Diptera	Dolichopodidae		<i>Condylostylus</i> sp. ♂ ♀ £	mosca verde	B		
			<i>Leucopis</i> sp. ♂ ♀ £	díptero	V		
	Chamaemyiidae	Otitidae	<i>Euxesta stigmatias</i> (Loew.) ♂ ♀ £	mosca de la barba del maíz	V		
		Syrphidae	<i>Toxomerus</i> sp. ♂ ♀ £	mosca sírfida	B		
		Culicidae	<i>Culex pipiens</i> L. £	mosquito común	H		
		-	5 morfo-especies no identificadas ♂ ♀ £	dípteros	V		
	Lepidoptera	Crambidae	<i>Omiodes (Hedylepta) indicata</i> (Fab.) ♂	pegador de la hoja	F		
		-	4 morfo-especies no identificadas ♂	mariposas diurnas	V		
		Noctuidae	3 morfo-especies no identificadas ♂	mariposas nocturnas	F		
			1 morfo-especie no identificada ♀ £	larva de lepidóptero	F		
Coleoptera	Chrysomelidae		<i>Diabrotica</i> sp. ♂ ♀ £	crisomélido	F		
			<i>Colaspis brunnea</i> (Fab.) ♀ £	crisomélido	F		
			<i>Deloyala guttata</i> (Oliver) ♂ ♀ £	crisomélido	F		
			<i>Oedionychus pictus</i> (Fab.) ♀ £	crisomélido	F		
			<i>Diachus auratus</i> (Fab.) ♂ ♀ £	crisomélido	F		
			<i>Epirix</i> sp. ♂ ♀ £	crisomélido	F		
			<i>Typophorus nigritus</i> F. ♂ ♀	crisomélido del boniato	F		
			<i>Cryptocephalus viridipennis</i> Suffrian ♂ ♀	crisomélido	F		
			<i>Anisostena cyanoptera</i> Suffrian ♂ ♀	crisomélido	F		
			Curculionidae	<i>Centrinaspis</i> sp. ♀	picudito del maíz	F	
Coccinellidae		<i>Brachiacantha bistrispustulata</i> Fab. ♂ ♀	cotorrita	B			
		<i>Chilocorus cacti</i> L ♂ ♀	cotorrita	B			
		<i>Cycloneda sanguinea limbifer</i> Casey ♂ ♀	cotorrita	B			
		Lycidae	<i>Thonalmus suavis</i> Duval ♀	coleóptero	F		
		-	1 morfo-especies no identificada ♀	coleóptero negro pequeño	F		
	Hymenoptera	Apididae	<i>Apis mellifera</i> L. ♂	abeja	V		
		Ichneumonidae		<i>Ophion</i> sp. ♂ ♀ £	icneumónido	B	
				<i>Coccygomimus rufoniger</i> (Cresson) ♂	icneumónido	B	
		Chalcididae		<i>Brachymeria robusta</i> Alayo y Hernández ♂	cálcido	B	
				<i>Comura (Spilochalcis) femorata</i> Fab. ♂	cálcido	B	
			2 morfo-especies no identificadas ♂	cálcido	B		
		Formicidae	<i>Wasmannia auropunctata</i> (L.) ♂ ♀ £	santanilla	B		
			<i>Paratrechina longicornis</i> Latreille ♂ ♀ £	hormiga loca	V		
		Vespidae	2 morfo-especies no identificadas ♂	avispas	B		
Orthoptera		Tettigonidae	<i>Conocephalus cuspidatus</i> (Seud.) ♀ £	esperanza chica	F		
		<i>Conocephalus</i> sp. ♀ £	esperanza verde	F			
	-	1 morfo-especie no identificada ♀ £	esperancita	F			
Neuroptera	Chrysopidae	<i>Chrysopa</i> sp. ♂	león de los áfidos	B			
Dermaptera	Forficulidae	<i>Doru taeniatum</i> (Dohr.) ♂	tijereta	B			
Thysanoptera	Thripidae	1 morfo-especie no identificada ♀ £	trip	F			
Blattodea	Blattidae		<i>Periplaneta americana</i> L. ♀ £	cucaracha	O		
Malacostraca	Isopoda	Armadillidae	<i>Armadillidium vulgare</i> (Latreille) ♀ £	cochinilla de humedad	F		
Gastropoda	-	-	1 morfo-especie no identificada ♂ ♀ £	caracol	F		
Arachnida	Araneae	-	6 morfo-especies no identificadas ♂ ♀ £	arañas	B		
		Ixodida	<i>Rhipicephalus (Boophilus) microplus</i> Canestrini ♂ ♀ £	Garrapata del ganado vacuno	H		

V- visitantes F- fitófagos B- biorreguladores H-hematófagos O- omnívoras ♂ SSP-tithonia ♀ SSP-pasto base £ testigo (gramíneas)

Tabla 3. Comportamiento de la artropodofauna, en cada componente vegetal, en cuanto a riqueza y abundancia de especies, según momento de muestreo en el año

Componente vegetal	Momento de muestreo	Órdenes	Riqueza de especies	Abundancia	%
SSP <i>tithonia</i>	Enero	6	15	221	52.49 ^a
	Mayo	7	15	86	20.42 ^c
	Septiembre	7	16	114	27.07 ^b
	EE y Signif.		±2.29 P<0.001		
	Total			421	100
SSP pasto base	Enero	9	24	237	29.81 ^b
	Mayo	8	38	196	24.65 ^c
	Septiembre	8	28	362	45.53 ^a
	EE y Signif.		±1.67 P<0.001		
	Total			795	100
testigo (gramíneas)	Enero	8	24	274	20.01 ^b
	Mayo	9	29	215	15.70 ^c
	Septiembre	8	34	880*	64.28 ^a
	EE y Signif.		±1.27 P<0.001		
	Total			1369	100

a,b,c- Letras comunes dentro de cada componente vegetal, no son significativamente diferentes ($p < 0.05$) (Duncan 1955)

*- 530 especímenes del saltahoja *Hortensia similis* en 880 individuos totales

De este modo, hojas más jóvenes se consumen más por los herbívoros, ya que representan un recurso más nutritivo y, presumiblemente, no están tan defendidas por sustancias químicas, especialmente por los compuestos que reducen su digestibilidad y, por tanto, los herbívoros las prefieren ante hojas viejas con mayor resistencia por la acumulación de compuestos estructurales (Rusman et al. 2020). Sin embargo, recientemente investigaciones en Yucatán, México por Ruiz-Santiago et al. (2023) evaluaron la influencia de la edad de las plantas y de las hojas en las características foliares y su relación con la defoliación causada por insectos herbívoros en tres especies forrajeras (*Tithonia diversifolia*, *Morus alba* y *Moringa oleifera*). En sus resultados mostraron que en *T. diversifolia* ocurre una mayor defoliación en hojas viejas e intermedias en comparación con las hojas jóvenes. En relación con la edad, la defoliación fue significativa en plantas con 60 d. Por su parte, estudios de Ambrósio et al. (2008) atribuyen la relación entre la herbivoría y la actividad antialimentaria manifestada por *Tithonia diversifolia* ante la presencia de tricomas en sus hojas con alta carga de metabolitos secundarios, lo que impiden su acción al ejercer defensa antimicrobiana.

Se manifestó en esta área testigo un ataque fuerte de saltahojas, en septiembre, cuyas condiciones climáticas fueron favorables para su aparición, con una dominancia de *Hortensia similis*. De 880 insectos totales colectados, 530 correspondieron a sólo este espécimen, asociados a los pastos pratenses presentes en dicha área (pasto estrella y pastos naturales). Sin embargo, estos altos niveles poblacionales de insectos fitófagos, de hábito picador-chupador, no fueron frecuentes en el tiempo, y es posible que la presencia de la fauna benéfica asociada a los SSP haya también impedido que se eleven las poblaciones y que se presenten daños económicos.

Estudios de Ramírez-Barajas et al. (2019) resaltan la función de los árboles y arbustos en la creación de estos sitios de refugio, microclimas y hábitats adecuados para que pueda coexistir un mayor número de organismos, como los insectos. No obstante, en la biodiversidad funcional también pueden convivir otros muchos grupos de seres vivos tales como: aves, reptiles, mamíferos, anfibios y moluscos, que unidos a la presencia de los bovinos, que constituyen el principal componente animal en el SSP, participan activamente en la dinámica agroforestal. Es por ello que se les concede a estos sistemas mayor conectividad con los ecosistemas naturales, con respecto a los convencionales con pastos en monocultivo, lo que a su vez sugiere ideas para la integración entre la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad (Harvey et al. 2004). Algo similar ocurre con los agroecosistemas compuestos por policultivos (García-González et al. 2022), que albergan mayor diversidad de insectos, con proporciones superiores de fauna beneficiosa. Estudios de Ruiz et al. (2023b) resaltan la importancia del componente arbóreo en los beneficios que aporta el sistema silvopastoril.

Los insectos colectados, en el área experimental durante el período evaluado, que alcanzaron la categoría de frecuentes de acuerdo a la escala utilizada ($10 \leq 29$) fueron del orden Hemiptera (*Empoasca* sp., *Hortensia similis* y *Draeculacephala cubana*); Diptera (dos morfoespecies no identificadas); Orthoptera (*Conocephalus cuspidatus*) y del orden Hymenoptera: *Paratrechina longicornis* y *Wasmannia auropunctata*. También se destacó de la clase Arachnida, el orden Araneae (dos morfoespecies no identificadas). El resto de los especímenes recolectados estuvo en el entorno de poco frecuente (< 10). Ninguno alcanzó la categoría de muy frecuente. Incluso en este período se puso ver el pegador de la hoja (*Omiodes*

indicata) que, aunque se ha registrado con preferencia por el cultivo proteico (Valenciaga *et al.* 2018), los niveles poblacionales en este estudio fueron ínfimos. Por ello, las lesiones detectadas no superaron el daño leve por lo que no se procedió a determinar la intensidad del daño y su distribución, al no existir perjuicios económicos en el cultivo.

En el sistema silvopastoril *Tithonia diversifolia* se mantiene como planta tolerante al ataque de organismos nocivos. En este período no se observó prácticamente presencia e incidencia del complejo de crisomélidos. Sólo *Colaspis brunnea* y *Deloyola guttata* se presentaron con poca frecuencia colectándose ambos en el pasto base. Apareció, en el mes de enero, la garrapata del ganado vacuno *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae), aunque con poca frecuencia asociada principalmente a la gramínea tanto en el pasto base del SSP como en el área testigo. Se conoce que *R. microplus* es una garrapata de un sólo huésped; pasa todos sus estadios de vida en un animal, succionando la sangre. La hembra de este organismo en su fase adulta se tira al suelo donde oviposita. Por ello, se dice que los huevos hacen eclosión en el medio ambiente y las larvas, recién nacidas, se arrastran por el pasto u otras plantas para encontrar un huésped (CFSPH 2007 y Alonso-Díaz y Fernández-Salas 2022). Esto justifica encontrar en las muestras colectadas larvas o primeros instares de garrapata. A ello se suma que en la actualidad existen en Cuba carencias en la implementación de la vacuna Gavac, lo que unido a un programa integral de control que lo acompañaba, mantiene a este organismo regulado bajo niveles no dañinos. Los resultados sobre la tolerancia mostrada coincidieron con estudios de Medina *et al.* (2009) quienes determinaron un bajo valor de aparición de plagas y enfermedades de tithonia en condiciones de vivero. Estos autores manifestaron que es excelente la resistencia de la planta, lo cual lo atribuyen a la acción insecticida o antialimentaria que ejercen los metabolitos secundarios que componen dicho vegetal.

Conclusiones

El estudio de la entomofauna en las áreas evaluadas ratifica la importancia del componente arbóreo dentro del agroecosistema, en este caso el SSP con tithonia y pasto base al constatar que el sistema logra, en el tiempo, mantener en equilibrio biológico especies fitófagas, visitadoras y biorreguladoras, sin provocar daños económicos en los componentes vegetales asociados. Por tanto, se recomienda mantener la vigilancia fitosanitaria en dichas áreas, mediante la promoción de sistemas cada vez más diversos y resilientes en aras de contribuir al manejo integral del agroecosistema.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Proyecto PN131LH001.49: “Producción de carne de res en sistemas silvopastoriles de complementados con caña de azúcar y VITAFERT”, Proyecto nacional financiado por el Programa de Alimentos y su Agroindustria del Ministerio de la Agricultura de la República de Cuba por el apoyo económico brindado para la ejecución de este trabajo. Se agradece además la labor de los técnicos de la Ciencia: Humberto Díaz, Jorge Luis Hernández y Ciro A. Mora.

Referencias

- Ambrósio, S.R., Oki, Y., Heleno, V.C.G., Chaves, J.S., Nascimento, P.G.B.D., Lichston, J.E., Constantino, M.G., Varanda, E.M. & Da Costa, F.B. 2008. Constituents of glandular trichomes of *Tithonia diversifolia*: Relationships to herbivory and antifeedant activity. *Phytochemistry*, 69(10): 2052-2060, ISSN: 0031-9422. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2008.03.019>.
- Alonso-Amaro, O., Fernández-García, I., Lezcano-Fleires, J.C. & Suris-Campos, M. 2021. Diversidad entomofaunística funcional en una asociación de árbol forrajero-pasto en el contexto ganadero cubano. *Pastos y Forrajes*, 44: eE30, ISSN: 2078-8452. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v44/2078-8452-pyf-44-e30.pdf>.
- Alonso-Díaz, M.A. & Fernández-Salas, A. 2022. *Rhipicephalus microplus*: biología, control y resistencia. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Ganadería Tropical de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, México. 40 p. Available at: https://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiegt/archivos/Manual_R_Microplus.pdf.
- Alonso J., Achang G., Santos, L.D.T. & Sampaio R.A. 2015. Comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia* en pastoreo con reposos diferentes en ambas épocas del año. *Livestock Research for Rural Development*, 27(6), ISSN: 0121-3784. <http://www.lrrd.org/lrrd27/6/alon27115.html>.
- Alcântara Neto, F.D.A., Delpupo, K.C., da Silva, G.S., Gravina, G.D.A., de Melo, M.P. & Beserra-Júnior, J.E.A. 2018. Folhas de girasol mexicano como alternativa no manejo de *Pratylenchus brachyurus* em quiabeiro. *Summa Phytopathologica*, 44(3): 267-270, ISSN: 1980-5454. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/169428>.
- Báez, N., Padilla, C., Rodríguez García, I. & Ruiz, T.E. 2023. Análisis económico de la producción de semilla gámica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en Cuba. Nota Técnica. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 11(1): 75-82, ISSN: 2346-3775. [http://doi.org/10.17138/TGFT\(11\)75-82](http://doi.org/10.17138/TGFT(11)75-82).

- Bagnarello, G., Hilje, L., Bagnarello, V., Cartin, V. & Calvo, M. 2009. Actividad fagodisuasiva de las plantas *Tithonia diversifolia* y *Montanoa hibiscifolia* (Asteraceae) sobre adultos del insecto plaga *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Revista Biología Tropical*, 57(4): 1201-1215, ISSN: 0034-7744.
- Ballada, K.A. & Baoanan, Z.G. 2023. Molluscicidal properties of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaf extract fractions against invasive golden apple snail (*Pomacea canaliculata*). *Environment, Development and Sustainability*, 25(10), ISSN: 1573-2975. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03969-5>.
- Baltazar, H. 2016. Factores climáticos que influyen en la diversidad de insectos en *Spartium junceum* L. (Fabales: Fabaceae). Prospectiva Universitaria Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú, N° 2006-4116 p - ISSN: 1190-2409 / e- ISSN 1990 - 7044 Vol. N° 13. Números 1 y 2. pp. 30-48.
- Barrera, L. & López, P. 2016. Naturaka Planeta insecto. *Naturalmente*, 10. Available at: <https://www.mncn.csic.es/es/Comunicaci%C3%B3n/naturaka-planeta-insecto>.
- CFSPH (The Center for Food Security & Public Health) 2007. *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Garrapata del ganado del sur, garrapata del ganado bovino. Iowa State University. College of Veterinary Medicine. Available at: https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/es/boophilus_microplus-es.pdf.
- Calderón, M. 1982. Evaluación del daño causado por insectos. En: J. M. Toledo (Ed.). Manual para la Evaluación Agronómica. CIAT, Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. p. 80.
- Castaño-Quintana, K., Montoya-Lerma, J. & Giraldo-Echeverri, C. 2013. Toxicity of foliage extracts of *Tithonia diversifolia* (asteraceae) on *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) workers. *Industrial Crops and Products*, 44: 391-395, ISSN: 1872-633X. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.11.039>.
- CIBA-GEISY 1981. Manual para ensayos de campo en protección vegetal. Segunda edic. revisada y ampliada. Werner Püntener, División Agricultura. Switzerland. 205 p.
- Devi, T.B., Raina, V. & Rajashekar, Y. 2022. A novel biofumigant from *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray for control of stored grain insect pests. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 184: 105-116, ISSN: 0048-3575. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2022.105116>.
- Doria-Bolaños, M., García-Gonzales, P. & Fachin-Ruiz, G. 2021. Estudio de diversidad de la entomofauna en el Centro de Biodiversidad de la Universidad Nacional de San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(2): 15-26, ISSN: 2710-0510. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i2.177>.
- Duarte, E.R., David, P.P.D., Oliveira, K.B.A., de Lima, M.D., Magaço, F.D.S. & Morais-Costa, F. 2020. Efficacy of *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray on the inhibition of larval development of *Haemonchus contortus*. *Acta Veterinaria Brasilica*, 14(3): 191-195, ISSN: 1981-5484. Available at: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/index>.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11(1): 1-42, ISSN: 0006-341X. <https://doi.org/10.2307/3001478>.
- Ferreira, I.C.M., Silva, G.S. & Nascimento, F.S. 2013. Efeito de extratos aquosos de espécies de Asteraceae sobre *Meloidogyne incognita* Summa *Phytopathologica. Botucatu*, 39(1): 40-44, ISSN: 1807-5762. <https://doi.org/10.1590/S0100-54052013000100007>.
- Font, H., Noda, A., Torres, V., Herrera, M., Lizazo, D., Sarduy, L. & Rodríguez, L. 2007. Paquete estadístico ComparPro versión 1. Instituto de Ciencia Animal, Dpto Biomatemática.
- García González, M.T., Rodríguez Coca, L.I., Fernández Cancio, Y., Rodríguez Jáuregui, M.M. & Gil Unday, Z. 2022. Biodiversidad de insectos en sistemas de policultivos de maíz (*Zea mays* L.). *Ecosistemas*, 31(3): 2400-2405, ISSN: 1697-2473. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2400>.
- González-Sierra, L., Díaz-Solares, M., Castro-Cabrera, I., Fonte-Carballo, L., Lugo-Morales, Y. & Altunaga-Pérez, N. 2019. Caracterización fitoquímica y actividad antioxidante total de diferentes extractos de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray. *Pastos y Forrajes*, 42(3): 243-248, ISSN: 2078-8452. Available at: <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=2147>.
- Harvey, C.A., Tucker, N.I.J. & Estrada, A. 2004. Live fences, isolated trees, and windbreaks: tools for conserving biodiversity in fragment tropical landscape. In: G. Schroth, G.A.B. da Fonseca, C.A. Harvey, C. Gascon, H.L. Vasconcelos & A.M.N. Izac (Eds.) *Agroforestry and biodiversity conservation in tropical landscapes*. Washington: Island Press. p.261-289. https://www.researchgate.net/publication/325128589_Live_Fences_Isolated_Trees_and_Windbreaks_Tools_for_Conserving_Biodiversity_in_Fragmented_Tropical_Landscapes.
- Henderson, P.A. & Seaby, R.M.H. 1998. Species diversity & Richness. Version 2.2. Pisces Conservation. Ltd, IRC, House, Pennintong, Lymintong, UK.
- Herrera, R.S., García, M. & Cruz, A.M. 2018. Study of some climate indicators at the Institute of Animal Science from 1967 to 2013 and their relation with grasses. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 52(4): 411-421, ISSN: 2079-3480. <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/831/827>.

- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D. & Castro, N. 2019. La clasificación de los suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1): a15 - e15, ISSN: 1819-4087. Available at: <http://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1504>.
- INISAV 2006. Resumen. Metodología de señalización y pronósticos. La Habana.
- Jiménez, L., Arias, A., Valdés, R. & Cárdenas, M. 2016. *Tithonia diversifolia*, *Moringa oleifera* y *Piper auritum*: Alternativas para el control de *Sitophilus oryzae*. *Centro Agrícola*, 43(3): 56-62, ISSN: 2072-2001. Available at: <http://cagricola.uclv.edu.cu>.
- Kerebba, N., Oyedeji, A.O., Byamukama, R., Kuria, S.K. & Oyedeji, O.O. 2022. Evaluation for Feeding Deterrents Against *Sitophilus zeamais* (Motsch.) from *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Journal of Biologically Active Products from Nature*, 12(1): 77 - 93, ISSN: 2231-1874. <https://doi.org/10.1080/22311866.2021.2023046>.
- Lezcano-Más, Y., Soca-Pérez, M., Roque-López, E., Ojeda-García, F., Machado-Castro, R. & Fontes-Marrero, D. 2016. Forraje de *Tithonia diversifolia* para el control de estrongílicos gastrointestinales en bovinos jóvenes. *Pastos y Forrajes*, 39(2): 133-138, ISSN: 2078-8452. Available at: <https://payfo.ihatuey.cu/index.php?journal=pasto&page=article&op=view&path%5B%5D=1893&path%5B%5D=2739>.
- Londoño, C.J., Mahecha, L.L. & Angulo A.J. 2019. Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 11(1): 1-10, ISSN: 2027-4297. <https://doi.org/10.24188/recia.v0.n0.2019.693>.
- Mancina, C.A. & Cruz, D.D. 2017. Diversidad biológica de Cuba: métodos de inventario, monitoreo y colecciones biológicas. Editorial AMA, La Habana, 480 p. ISBN: 978-959-300-130-4 (versión digital).
- Medina, M.G., García, D.E., González, M.E., Cova, L.J. & Moratino, P. 2009. Variables morfo-estructurales y de calidad de la biomasa de *Tithonia diversifolia* en la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 27(2): 121-134, ISSN: 2542-3436. Available at: <http://ve.scielo.org/pdf/zt/v27n2/art03.pdf>.
- Metcalf, C.L. & Flint, W.P. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles: sus costumbres y su control. Instituto Cubano del Libro. La Habana, Cuba, 1208 p.
- Miranda, M.A.F.M., Matos, A.P., Volante, A.C., Cunha, G.O.S. & Gualtieri, S.C.J. 2022. Insecticidal activity from leaves and sesquiterpene lactones of *Tithonia diversifolia* (Helms.) A. Gray (Asteraceae) on *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *South African Journal of Botany*, 144(1): 377-379, ISSN: 0254-6299. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.09.002>.
- Murgueitio, E. 2023. *Tithonia diversifolia*, a different Asteraceae: its function in sustainable systems of cattle production. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 57, ISSN: 2079-3480. <https://www.cjascience.com/index.php/CJAS/article/view/1090/1437>.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Xocchitl, M. & Uribe, F. 2015. Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En: F. Montagnini, E. Somarriba, E. Murgueitio, H. Fassola & B. Eibl (Eds.). *Sistemas agroforestales, funciones productivas, socioeconómicas y ambientales*. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. pp 59-101. ISBN: 978-958-9386-74-3.
- Nolasco, J., Sánchez, R.A., Villalobos, F. & González, D. 2021. Los insectos ante el cambio climático. Instituto de Ecología (INECOL), México. Available at: <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/1497-los-insectos-ante-el-cambio-climatico>.
- Padilla, C.R., Rodríguez, I.D., Ruiz, T.E., Báez, N., Medina, Y. & Herrera, M. 2023. Bases científico técnicas para la producción de semilla, siembra y establecimiento de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray por vía gámica en Cuba. *Anales Academia Ciencias de Cuba*, 13(3): e1449, ISSN: 2304-0106. Available at: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/revacc/article/view/1449>.
- Ramírez-Barajas, P.J., Santos-Chable, B.E., Casanova-Lugo, F., Lara-Pérez, L.A., Tucuch-Haas, J.I., Escobedo-Cabrera, A., Villanueva-López, G. & Díaz-Echeverría, V.F. 2019. Diversidad de macroinvertebrados en sistemas silvopastoriles del sur de Quintana Roo, México. *Revista de Biología Tropical*, 67(6): 1383-1393, ISSN: 0034-7744. Available at: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v67n6/0034-7744-rbt-67-06-1383.pdf>.
- Ríos, C. 2002. Usos, manejos y producción de Botón de Oro, *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: S. Ospina y E. Murgueitio (Eds.). *Tres especies vegetales promisorias: Nacadero (*Trichanthera gigantea* (H & B) Nees.), Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray) y Bore (*Alocasia macrohiza* Linneo) Schott)*. Editorial CIPAV, Cali, Colombia. P. 211. ISBN: 9589386326.
- Rodríguez-Cala, D. & González-Oliva L. 2017. Testing the allelopathic effect of *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) on a model species. *Acta Botánica Cubana*, 216: 167-174, ISSN: 2519-7724. Available at: <http://repositorio.geotech.cu/xmlui/bitstream/handle/1234/1462/Testing%20the%20allelopathic%20effect%20of%20Tithonia%20diversifolia%20%28Asteraceae%29%20on%20a%20model%20species.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Rodríguez, J., Montoya-Lerma, J. & Calle, Z. 2015. Effect of *Tithonia diversifolia* Mulch on *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Formicidae) Nests. *Journal of Insect Science*, 15(1): 32-38, ISSN: 1536-2442. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iev015>.
- Ruiz, T.E. & Febles, G. 1999. Sistemas silvopastoriles. Conceptos y tecnologías desarrollados en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. EDICA. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba. pp. 43.
- 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. & 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, ISSN: 0188-7890.
- Ruiz, T.E., Febles, G.J., Alonso, J., Crespo, G. & Valenciaga, N. 2017. Chapter X. Agronomy of *Tithonia diversifolia* in Latin America and the Caribbean region. pp. 171-201. In: L. L. Savón Valdes, O. Gutierrez Borroto & G. Febles Pérez (Eds.) Mulberry, moringa and *Tithonia* in animal feed, and other uses. Results in Latin America and the Caribbean. FAO. ICA-EDICA, Cuba. ISBN: 978-959-7171-72-0. Available at: https://www.feedipedia.org/sites/default/files/public/savonvaldes_2017.pdf.
- Ruiz, T. E., J. Febles, G., Alonso, J., Torres, V., Valenciaga, N., Galindo, J., Mejías, R. & Medina, Y. 2023a. Comportamiento agronómico en pastoreo de materiales destacados de *Tithonia diversifolia* en Cuba. *Avances en investigación Agropecuaria*, 27(1): 136-145, ISSN: 0188-7890. <https://doi.org/10.53897/RevAIA.23.27.26>.
- Ruiz, T.E., Febles, G.J., Alonso, J. & Valenciaga, N. 2023b. El árbol y su efecto en la estabilidad productiva vegetal en un Sistema Silvopastoril. pp. 54-57. En: Rivera J., Viñoles C., Fedrigo J., Bussoni A., Peri P., Colcombet L., Murgueitio E., Quadrelli A. & Chará J. (Eds.) Sistemas Silvopastoriles: Hacia una Diversificación Sostenible. CIPAV. Cali, Colombia. ISBN 978-628-95190-5-1.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, J., Castillo, E., Mejías R., Crespo, G., Chongo, B., Delgado, D., Alfonso, H., Escobar, A. & Ramírez, R. 2006. Conceptos y Tecnologías desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal. En: Fisiología. Producción de biomasa y sistemas silvopastoriles en pastos tropicales. Abono orgánico y biogás. Tomo II. Edición EDICA. Cuba. 136 p.
- Ruiz, T.E., Febles, G., Torres, V., González, J., Achang, G., Sarduy, L. & Díaz, H. 2010. Evaluación de materiales recolectados de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en la zona centro-occidental de Cuba. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 44(3): 291-296, ISSN: 0034-7485.
- Ruiz-Santiago, R.R., Ballina-Gómez, H.S. & Ruiz-Sánchez, E. 2023. Características morfológicas foliares y su relación con la defoliación en tres especies de plantas forrajeras. *Acta Biológica Colombiana*, 28(1): 12-22, ISSN: 1900-1649. <https://doi.org/10.15446/abc.v28n1.88402>.
- Rusman, Q., Lucas-Barbosa, D., Hassan, K. & Poelman, E.H. 2020. Plant ontogeny determines strength and associated plant fitness consequences of plant mediated interactions between herbivores and flower visitors. *Journal of Ecology*, 108(3): 1046-1060, ISSN: 1365-2745. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13370>.
- Sabaris, S.B., Sadiq, M., Karanath-Anilkumar, A., Sireesha, R. & Munuswamy-Ramanujam, G. 2023. Comparative bioactivity evaluation of secondary metabolites from the leaves, stem and flowers of *Tithonia diversifolia*. *Materials Today: Proceedings*, Volume 93. Part 2. Pages 28-39. ISSN: 2214-7853. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.09.042>.
- Scull, I., Savón, L.L., Ruiz, T. E. & Herrera, M. 2022. Effect of growth age on the polyphenol content of materials from *Tithonia diversifolia* (Hemsl.). *Cuban Journal Agricultural Science*, 56(3): 209-217, ISSN: 2079-3488. Available at: <http://scielo.sld.cu/pdf/cjas/v56n3/2079-3480-cjas-56-03-e04.pdf>.
- Tongma S, Kobayashi K & Usui K. 2001. Allelopathic activity of Mexican sunflower [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray] in soil under natural field conditions and different moisture conditions. *Weed Biology and Management*, 1(2): 115-119, ISSN: 1445-6664. <https://doi.org/10.1046/j.1445-6664.2001.00020.x>.
- Triplehorn C.A. & Johnson N.F. 2005. Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects. Thomson Brooks/Cole, USA, 864 p., Seventh Edition, ISBN 003-096835-6. https://www.academia.edu/30669150/Borror_and_Delong_2005_Study_of_Insects.
- Valenciaga, N., Ruiz, T.E., Mora, C.A. & Díaz, H. 2018. Evaluación fitosanitaria de 24 materiales de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray recolectados en la región oriental de Cuba. *Memoria del VI Congreso PAT 2018*. CD-ROM. La Habana. ISBN: 9789-959-7171-80-5.
- Vargas, V.T., Pérez, P., López, S. & Castillo, E. 2022. Producción y calidad nutritiva de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en tres épocas del año y su efecto en la preferencia por ovinos Pelibuey. *Revista mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(1): 240-257, ISSN: 2448-6698. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5906>.
- World Spider Catalog 2020. World Spider Catalog. Version 21.5. Natural History Museum Bern. <https://doi.org/10.24436/2>. Available at: <http://wsc.nmbe.ch>.