

Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray: **CARACTERÍSTICAS
GENERALES Y ALTERNATIVAS DE EMPLEO COMO
ALIMENTO ANIMAL**

**Dr. C. Marlen Rodríguez Oliva¹, Dr. C. Agustín Beruvides Rodríguez², Ing. Claudia
Laura Santana Olivera³**

1, 2, 3 *Universidad de Matanzas*, marlen.rodriguez@umcc.cu

Resumen

En los últimos años, la inclusión de forrajeras como *Tithonia diversifolia* en dietas bovinas ha permitido reducir los costos de producción, la incidencia de enfermedades metabólicas, así como incrementar el desempeño productivo y reproductivo de los animales. El uso de esta planta como recurso natural, es cada vez más frecuente debido a su buen valor nutricional, rusticidad y elevada tasa de producción de biomasa. Esta especie promisoría para entornos agroecológicos, se encuentra abundante en el trópico y es componente de la flora cubana. Numerosos investigadores afirman, que esta arbustiva pudiera ser utilizada como una opción práctica y económicamente viable para lograr una producción animal sostenible. El presente trabajo tuvo como objetivo exponer las características generales de *Thitonia diversifolia* así como las alternativas de uso en la alimentación de diferentes especies y categoría animal. La respuesta fisiológica y zootécnica de los animales que la consumen, potencia su empleo.

Palabras claves: *Valor nutricional; forrajera; producción de biomasa.*

Introducción

Desde hace varios años, la propuesta de los productores en países tropicales ha sido promover la disminución del uso de los concentrados a base de granos, por alimentos con potenciales nutricionales capaces de sustituirlos en la nutrición animal. Impulsar el desarrollo de la ciencia hacia nuevos enfoques de producción que garanticen mayor eficiencia para enfrentar los crecientes problemas de seguridad alimentaria, ha creado la necesidad de buscar alternativas sostenibles para ofrecer alimento animal a menor costo y mayor productividad (FAO, 2017).

Ante esta situación se promueve la utilización de árboles y arbustos mediante la implementación de los sistemas agroforestales y silvopastoriles, como herramienta para la adaptación y mitigación a los efectos del cambio climático. Esta alternativa desempeña un importante papel en los sistemas de producción animal. El estudio de especies promisorias para entornos agroecológicos específicos y sistemas productivos pecuarios es una necesidad, ya sea en función de la productividad de biomasa o valor nutritivo (Olafadehan y Okunade, 2018).

En Cuba, la disponibilidad de forraje para alimentar al ganado en época seca es limitada. En la actualidad, se realizan esfuerzos encaminados a diversificar la oferta forrajera en los sistemas ganaderos tradicionales, con elevado aporte de nutrientes. En los últimos años, la inclusión de forrajeras como *Tithonia diversifolia* en dietas bovinas ha sido una alternativa con resultados favorables (Galindo *et al.*, 2018).

Numerosos autores coinciden al exponer que *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray es una especie con múltiples cualidades que permite clasificarla como planta forrajera de alto potencial para la producción animal. Dentro de sus características se puede mencionar su fácil establecimiento, rusticidad, resistencia al corte y al ramoneo. Posee un amplio rango de adaptación, eficiente depuración de nutrientes del suelo, abundante producción de hojas y rápida descomposición, esta especie parece acelerar el ciclo de nutrientes (Gallego *et al.*, 2014 y Holguín *et al.*, 2015)

Tithonia diversifolia tiene rápido crecimiento con baja demanda de insumos y no requiere una cantidad considerable de actividades culturales para su manejo (Castillo *et al.*, 2016). Su plasticidad ecológica, al adaptarse y producir en condiciones diversas de clima y suelo, caracteriza su variabilidad genética. Esto determina la amplia variación en el rendimiento y composición química de sus variedades, lo que motiva el interés por esta planta, especialmente, como fuente de alimento animal (Mejías *et al.*, 2017). El presente trabajo tuvo como objetivo exponer las características generales de *Thitonia diversifolia* así como las alternativas de empleo en la alimentación de diferentes especies y categoría animal.

Desarrollo

Origen, taxonomía y descripción botánica de *Tithonia diversifolia*

Origen: La arbustiva *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray es originaria de Centroamérica, desde donde se ha distribuido a: India, Ceilán, Cuba (Roig y Mesa, 1974; Inayat y Gordon, 2009), Venezuela, Colombia; Sur de México, Guatemala, El Salvador, Costa Rica, Honduras, Panamá y Venezuela (Martínez, 1979; Ríos, 1997); África, Filipinas (Sao *et al.*, 2010); Asia; Estados Unidos, las islas del pacífico y Australia (Wang *et al.*, 2004).

Tithonia diversifolia (Hemsl.) A. Gray conocida vulgarmente como “Botón de oro”, posee casi 15 000 especies y se identifica en la literatura con diferentes nombres: el árbol maravilla, el girasol mexicano, el falso girasol, el crisantemo de Nitobe, Quil Amargo, Wild Sunflower (Cairns, 1996). En Cuba, fue estudiada y clasificada por Roig y Mesa (1974). Según los autores, en el medio rural cubano se conoce como margaritona o árnica de la tierra. En los últimos tiempos, dada su distribución acelerada, se identifican otros nombres como girasolillo y el propio, *Tithonia* (Pérez *et al.*, 2009).

Taxonomía: Es una planta herbácea o arbustiva robusta, perteneciente al: Reino: *Plantae*; Subreino: *Traqueobionta* (plantas vasculares); División: *Magnoliophyta* (plantas con flor); Clase: *Magnoliopsida* (dicotiledóneas); Subclase: *Asteridae*; Orden: *Asterales*; Familia: *Asteraceae*; Subfamilia: *Asteroideae*; Tribu: *Heliantheae*; Subtribu: *Helianthinae*; Género: *Tithonia*; Especie: *T. diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Fasuyi y Ibitayo *et al.*, 2011).

Descripción botánica: Son hierbas perennes, erectas, de uno (1) a cuatro (4) m de alto; tallos evidentemente acostillados y canaliculados, casi glabros. Hojas superiores reducidas y sin lobos, las restantes tres lobadas, entre 15 y 20 cm de largo y hasta 12 cm de ancho. Presenta pecíolos inferiores auriculado-abrazadores en la base, los superiores cortos y poco definidos. Posee pedúnculos de 10 a 15 cm de largo; filarias en cuatro series, todas o la mayoría ampliamente redondeadas, estriadas, casi completamente glabras; páleas entre 10 y 13 mm de largo, ápice terminando en una punta fuerte, flósculos del radio 7 a 14, las lígulas lineares, 40 (69) mm de largo, amarillas; flósculos del disco de 80 a 120. Aquenios entre cinco (5) y seis (6) mm de largo, puberulentos; vilano de escamitas fimbriadas fusionadas y dos escamas aristadas en los ángulos marginales (Balick y Auteur, 2000).

La inflorescencia se presenta en capítulos y está formada por pequeñas flores sésiles, dispuestas sobre un receptáculo convexo, provisto en su superficie de brácteas (páleas) rígidas, puntiagudas, de hasta 11 mm de largo (con algunos pelillos en su superficie), que abrazan las flores del disco. El conjunto de flores está rodeado por fuera por el involucreo, anchamente acampanado, constituido por numerosas brácteas, ovales y generalmente con el ápice redondeado (Pérez *et al.*, 2009).

Las flores, se presentan en número de 12 a 14, son liguladas, ubicadas en la periferia de la cabezuela; la corola de hasta seis (6) cm de largo, con un tubo en la base a manera de cinta hacia el ápice, semejando un pétalo de una flor sencilla, de color amarillo brillante o anaranjado, con dos o tres dientes en el ápice. Las flores del disco son numerosas, hermafroditas, ubicadas en la parte central (Pérez *et al.*, 2009).

El fruto de *T. diversifolia* es seco y no se abre (indehiscente), contiene una sola semilla; se le conoce como aquenio; es oblongo, de hasta seis (6) mm de largo, cubierto de pelillos recostados sobre su superficie; en el ápice del fruto presenta una estructura llamada vilano que consiste en dos aristas (raramente ausentes) desiguales, de hasta cuatro (4) mm de largo, además de 6 a 10 escamas de 2,5 mm de largo, unidas en la base e irregularmente divididas en su margen superior en segmentos muy angostos (Pérez *et al.*, 2009).

Hábitos de crecimiento de *Tithonia diversifolia*

En dependencia del área geográfica *Tithonia diversifolia* puede ser una planta anual o perenne. Tiene un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad del suelo. Florece y fructifica durante todo el año, principalmente en octubre y noviembre. Los estudios realizados por Salazar (1992), exponen que su propagación se realiza a partir del material vegetativo. Según el autor, no se conocen cultivos establecidos a partir de semillas sexuales. Sin embargo, Hartmann y Kester (1995) afirman que la multiplicación por estacas que provienen de plantas herbáceas produce un enraizamiento más eficaz, siempre que las condiciones de corte y siembra sean óptimas, lo que proporciona un alto porcentaje de supervivencia. Investigaciones realizadas por Pérez *et al.* (2009), reafirman que a pesar de ser propaga por semillas o esquejes, se recomienda la siembra de *T. diversifolia* a partir de material vegetativo.

Mahecha y Rosales (2006), informaron que la producción de biomasa puede variar entre 30 a 70 t/ha de forraje verde, dependiendo de la densidad de siembra, tipo de suelo y estado vegetativo. Expresaron además, que *T. diversifolia* tiene rápido crecimiento posee gran volumen radicular, habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo y amplio rango de adaptación. La planta puede soportar la poda a nivel del suelo, así como la quema.

González *et al.* (2013), evaluaron el crecimiento productivo de *T. diversifolia*, a partir de dos secciones del tallo (basal y media) y dos formas de ubicación de la estaca en el surco (acostada y parada). El mejor desempeño en cuanto a crecimiento y producción de hojas se obtuvo al sembrar la parte media del tallo acostada en el surco con una profundidad de 15 cm. Experiencias reportadas por Londoño (2019) afirman que la sección del tallo que se utiliza y la forma en que se ubique este en el suelo, para la propagación de la planta, cuándo

se establece el cultivo a través de material vegetativo, tiene una repercusión directa sobre la velocidad de crecimiento y producción de biomasa.

Estos resultados pueden deberse a la mayor superficie de contacto que tiene el tallo con el suelo al ubicarse la estaca de forma horizontal, lo que propicia un mayor desarrollo radicular y por ende una mayor probabilidad de captación de nutrientes. Además, la parte media del tallo suele poseer mayor cantidad de yemas que la zona basal, incrementando así las posibilidades de rebrote, promoviendo una mayor formación de hojas que en conjunto con las sustancias de reserva en esta zona del tallo aumentan la tasa fotosintética, así como la cantidad de auxinas exógenas que estimulan la diferenciación radicular (Inayat y Gordon, 2009).

En condiciones agroclimáticas variadas, *T. diversifolia* crece desde el nivel del mar hasta los 2700 metros de altitud, con precipitaciones anuales entre 800 a 5000 mm, y crece espontáneamente en áreas perturbadas a orillas de caminos, ríos y carreteras (Ríos, 2002; Inayat y Gordon, 2009). Esta planta se convierte en un arbusto multipropósito, al restablecer la fertilidad del suelo gracias a su alto contenido de nitrógeno y rápida tasa de descomposición (Kayiki y Wortmann, 2001; Ademiluyi y Omotoso, 2007).

Tithonia diversifolia se puede sembrar en monocultivo o en asociación; para el segundo caso, se usan surcos de esta planta intercalados con franjas de otras especies alimenticias como frijol, yuca, maíz, plátano, papaya, caña de azúcar, forrajeras y árboles como el nacedero, San Joaquín o el Chachafruto, en donde la distancia dependerá del desarrollo de las plantas asociadas, buscando que no se presente competencia ni se afecte su crecimiento (Alonso *et al.*, 2015).

Características nutricionales de *Tithonia diversifolia*

Entre las propiedades atribuidas a *T. diversifolia* está su composición nutritiva. Según los estudios químicos, la arbustiva posee un gran número de aminoácidos en comparación con otras especies forrajeras utilizadas en la alimentación del ganado (Macías y Martínez, 1997; Sarria, 2003). Se hace importante resaltar el contenido de metionina y lisina; aminoácidos esenciales en rumiantes y generalmente las principales limitantes para la producción (Arriola *et al.*, 2014).

Las plantas de *T. diversifolia* producen metabolitos secundarios como medio de defensa y adaptación a ambientes adversos. Actualmente se identifican más de 200.000 estructuras definidas de estos compuestos, de los cuales, su actividad y concentración varía de acuerdo a la especie vegetal, parte de la planta y condiciones ambientales. Compuestos como las saponinas, taninos, aceites esenciales, flavonoides, entre otros, han demostrado favorecer los sistemas de producción por medio de diferentes mecanismos (Patra *et al.*, 2017).

En relación con la concentración de esteroides totales *T. diversifolia* presenta un contenido intermedio al ser comparado con otras forrajeras. Estas estructuras químicas exhiben acentuadas características antinutricionales. Según García *et al.* (2008), estas deben ser cuantificadas, ya que son factores que influyen sobre la aceptabilidad y hacen que los animales seleccionen o rechacen como alimento a una especie vegetal.

El follaje de botón de oro (*T. diversifolia*) es rico en nitrógeno total, buena parte del cual está presente en aminoácidos esenciales (Calle y Murgueitio, 2010). Precisamente la capacidad de mejorar las características edáficas (biológicas y físicas) cuando se utiliza como abono orgánico, están dadas por el aporte de nutrientes como fósforo, nitrógeno y potasio, presentes en sus hojas (Fungo *et al.*, 2017; Moriones y Montes, 2017; Ruíz *et al.*, 2017).

El Instituto de Ciencia Animal desarrolló un proyecto de investigación para conocer el potencial de producción de biomasa y la calidad nutritiva de *T. diversifolia*. Los resultados permitieron informar, por primera vez en Cuba, valores de proteína, fibra neutro detergente (FND) y hemicelulosa que oscilaron desde 18.26 hasta 26.40%, 32.62 hasta 41.83% y 14.79 hasta 25.74%, respectivamente. Reveló además, su alto contenido de minerales, alta digestibilidad de la materia seca, presencia de aceites tanto en hojas como en flores y un porcentaje de azúcares totales del 39.80%. La arbustiva puede alcanzar una elevada concentración de carbono (C) en su biomasa aérea (Ruíz *et al.*, 2016).

Por su parte Galindo *et al.* (2011), en investigaciones relacionadas afirmaron que la materia seca de esta planta presenta una alta fermentabilidad, lo que favorece una rápida disponibilidad de sus nutrientes. Además, su utilización le permite mitigar las emanaciones de metano a la atmósfera, procedente de la fermentación ruminal; lo que contribuye a reducir la acción que este gas ejerce como efecto invernadero (Lee *et al.*, 2017).

El contenido de lignina puede alcanzar valores de hasta 32,19%, cuando *T. diversifolia* presenta avanzado nivel de maduración. Factor que probablemente puede limitar la colonización de los microorganismos y disminuir la digestibilidad de la fibra en el rumen (Heuzé *et al.*, 2015). En este sentido, Ferreira (2015) recomienda el consumo de la planta por parte de los animales, antes de la prefloración, es decir, entre los cincuenta y sesenta días de rebrote, viéndose afectada esta etapa principalmente por el clima.

Los atributos que han llamado la atención de investigadores y ganaderos para que *T. diversifolia* sea considerada como estratégica en el ensamblaje de Sistemas Silvopastoriles es 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).

Empleo de *Tithonia diversifolia* para la alimentación animal

La implementación del sistema silvopastoril (SSP) constituye una alternativa viable para el mejoramiento de la producción animal. Se basa en la inclusión de especies leñosas en el potrero para la formación de diferentes estratos, que generen múltiples beneficios a todos los elementos del ciclo bovino. La selección de las especies silvopastoriles debe ser realizada teniendo en cuenta aspectos agronómicos y composicionales para optimizar la respuesta animal. *Tithonia diversifolia* es una alternativa para la alimentación animal (Tapasco *et al.*, 2015; Londoño *et al.*, 2019).

Numerosos investigadores (Mejías *et al.*, 2017; Galindo *et al.*, 2018) refieren, que el forraje de *Tithonia* (sobre todo cuando se suministra fresco) es rechazado al inicio, aunque después los animales se adaptan y lo consumen normalmente. Recomiendan, además, suministrarlo en forma de pienso, presecado y molido con otros granos, ya que se ha demostrado en estudios integrales que las sesquiterpenlactonas tienen una marcada influencia en la aceptabilidad por los monogástricos, debido a que estos compuestos le confieren al forraje un acentuado sabor amargo.

Empleo de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de ovinos

Estudios realizados por Vargas (1994), en ovinos, concluye que *Tithonia diversifolia* puede ser usada tanto como suplemento proteico o como fuente única de proteína, en la alimentación de esta especie. El autor evaluó dietas con el 50 y 100 % de inclusión de esta forrajera, picada en estado de floración, durante cinco días, suplementando a los animales a voluntad con un bloque multinutricional que contenía 10 % de úrea y follaje de *Gliricidia sepium* en base fresca en proporción diaria al 3 % del peso vivo por animal. Los animales que consumieron el tratamiento con menor inclusión de *T. diversifolia*, su dieta fue complementada con cogollo de caña picada. Se observó que el consumo de los animales que recibían la dieta con el 50 % fue de 0,868 kg/día en base fresca, equivalente a 0,369 kg/día en base seca; mientras que los que recibieron la dieta del 100 % consumieron 1,66 kg/día en base fresca, o sea 0,712 kg/día en base seca.

Estudios realizados en esta misma especie animal (ovinos), por García *et al.* (2008), para evaluar la aceptación de varias forrajeras en la dieta, demostraron que estos animales consumieron ávidamente la biomasa de *M. alba*, *C. tinctoria*, *G. ulmifolia*, *C. alba*, *P. pedicellare* y *L. leucocephala*, mientras que en menor proporción la *T. diversifolia*. Según los autores, las variaciones en el consumo podrían estar asociadas a la calidad nutritiva y a la presencia de compuestos secundarios con características aversivas o estimuladoras del consumo y su interacción con el tipo de animal.

Por otra parte, Ramírez *et al.* (2010), en investigaciones realizadas demostraron que la inclusión de *T. diversifolia* hasta el 20 % en la dieta para alimentar ovejas, aumenta el

consumo de materia seca y la digestibilidad del alimento, donde se concluyeron que este porcentaje de inclusión no cambia la proporción del nitrógeno retenido; situación que convierte a esta planta en una alternativa para la alimentación de animales criados en pasturas de baja calidad.

Empleo de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de conejos

Cuando se emplean forrajes en conejos, es necesario considerar el efecto que causa en el proceso digestivo, aprovechamiento de nutrientes y eficiencia biológica debido a cambios en la tasa de pasaje. García *et al.* (1999) expresaron además, que el consumo de forrajes favorece el normal funcionamiento digestivo en esta especie, aumenta la tasa de pasaje de la digesta a través del tracto gastrointestinal, lo que estimula el consumo de materia seca.

En países tropicales la alimentación de conejos de manera exclusiva con alimentos balanceados comerciales, representa una limitante debido a que son elaborados con ingredientes que compiten con la dieta humana, escasamente disponibles y de alto costo. La evaluación y uso de forrajes arbóreos pueden ayudar a mejorar la alimentación cunícola en estas condiciones, en concordancia con una adecuada utilización de los recursos disponibles, sin perjuicio ambiental y la generación de productos cuyo consumo no afecte de manera negativa la salud humana (Nieves *et al.*, 2012).

Otros estudios realizados en conejos de engorde fueron reportados por Nieves *et al.* (2012). En este caso, evaluaron el uso de follaje fresco de árnica (*T. diversifolia*) y morera (*Morus alba*) como suplemento de la dieta balanceada comercial. Como resultado observaron que el consumo del alimento comercial se redujo ($P < 0,05$) cuando se suministraron dichos forrajes, además, disminuyó el peso de los ciegos, lo que propició la respuesta productiva favorable en los conejos.

Empleo de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de gallinas

Algunos alimentos utilizados en la nutrición de aves también son aptos para la alimentación humana; por lo que surge la necesidad de evaluar productos con posibilidades de sustituir los ingredientes clásicamente utilizados (sorgo, soya, maíz). La arbustiva *Tithonia diversifolia* surge como alternativa a dicha problemática (Rodríguez *et al.*, 2018; Fuente *et al.*, 2019).

Rodríguez *et al.* (2018), evaluaron en gallinas ponedoras de la raza *White Leghorn*, el efecto de la harina de forraje de *T. diversifolia*, en el comportamiento productivo y la calidad del huevo. Los tratamientos experimentales consistieron en la inclusión en la dieta del 10, 15 y 20 % de esta harina. Las gallinas con el 10 y 15% tuvieron un comportamiento productivo similar al grupo control; sin embargo, con el 20% hubo una afectación de estos indicadores. La calidad interna y externa del huevo no sufrió modificaciones, solamente el

color de la yema se incrementó con los niveles de *Tithonia*. Estos resultados sugieren el empleo de la harina de forraje de *Tithonia* hasta un 15% de inclusión en la dieta de esta especie animal.

Similares estudios fueron realizados por Fuente *et al.* (2019). En esta ocasión las variables productivas evaluadas en las ponedoras fueron: porcentaje de postura, consumo de alimento y masa de huevo. En correspondencia con lo planteado por Rodríguez *et al.* (2017) el valor óptimo de inclusión en la dieta fue de 3,72%. La figura 1 muestra, como con este valor no solo se obtiene mayor masa de huevo/ave/día; sino también mayor producción y peso del huevo, menor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia; parámetros que también son importantes en la producción avícola, específicamente la de huevo.

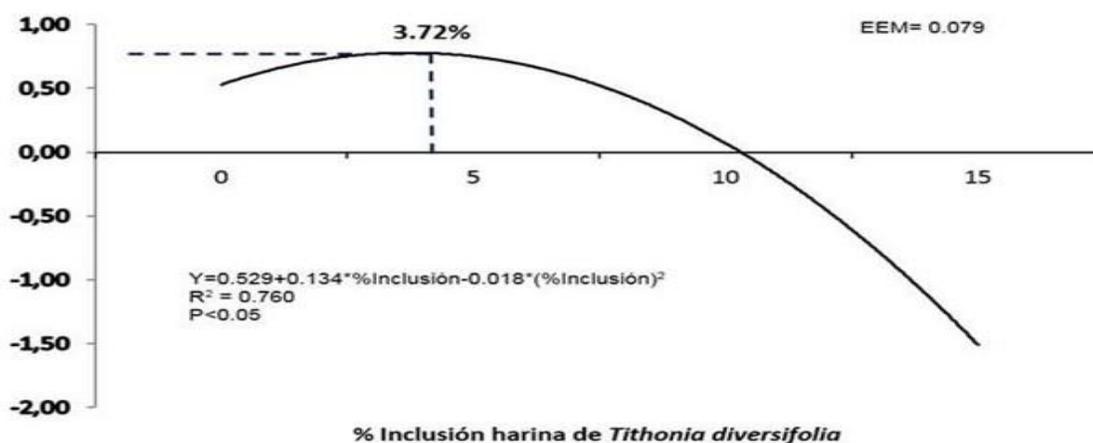


Figura 1. Regresión de las variables productiva (porcentaje de postura, consumo de alimento y masa de huevo) con distintos porcentajes de inclusión (Fuente *et al.*, 2019).

Empleo de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde

En pollos de engorde se ha evaluado la inclusión de harina de hojas de *T. diversifolia* en el alimento balanceado. Gutiérrez y Hurtado (2019), investigaron diferentes niveles (2.5, 5.0, 7.5 y 10.0%) para reemplazar maíz y soja de la dieta. Como resultado observó que por encima del 6% el coeficiente de digestibilidad de la materia seca, la proteína cruda, el extracto de éter y el extracto libre de nitrógeno son significativamente mayor.

En esta misma categoría de aves, Buragohain (2016), realizó el estudio para evaluar el rendimiento del crecimiento, la utilización de nutrientes y la eficiencia alimenticia en raciones con niveles variables de harina de hoja de *T. diversifolia*. El consumo de alimento disminuyó para la inclusión de la harina, pero sin diferencias significativas, durante la

tercera semana. A los 42 días de edad hubo aumento de peso corporal promedio y mejoró el índice de conversión alimenticia.

Empleo de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de cerdos

En cerdos, se han realizado numerosos estudios con variedades de plantas utilizadas en la alimentación, como fuentes no convencionales. En este sentido cabe mencionar a: batata o boniato (*Ipomoea batatas* L.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), morera (*M. alba*), nacedero (*Trichantera gigantea*) y girasolillo (*T. diversifolia*) (Savón *et al.*, 2008).

El uso de fuentes de alimentos fibrosos no tradicionales en la alimentación de los cerdos es una alternativa viable para sustituir, en parte, los piensos comerciales, ya que estos han aumentado de manera considerable su costo como consecuencia de la producción de biocombustibles y de la crisis económica mundial. Nhan *et al.* (2011), en investigaciones realizadas manifestaron que se reducen los costos de producción al incluir 20 % de ensilaje de hojas y peciolo de esta especie forrajera con un 75 % de *Colocasia esculenta*, en la dieta de los cerdos; y que se puede suministrar 50 % de follaje de *Tithonia diversifolia* con 50 % de *Colocasia esculenta*, adicionados con melaza, sin que se afecte la digestibilidad ni se perjudique el peso final de los animales.

Estudios realizados por Herrera (2012), con el objetivo de evaluar el comportamiento productivo y económico, al sustituir en cerdos de ceba el 30% de la proteína bruta del concentrado comercial mediante dietas alternativas (harina de sorgo y plantas forrajeras proteicas [*Morus alba* y *Tithonia diversifolia*]) resultó: ahorrar 86,4 kg de este alimento en el ciclo de ceba/animal; reducir la conversión de alimento sobre la base del concentrado, de 1,13 a 0,8 kg concentrado/kg de peso vivo. Según el autor, la combinación de harina de sorgo con follaje fresco de *T. diversifolia* o morera no induce grandes cambios en la conversión alimentaria con respecto a su empleo sola.

Sin embargo, Herrera *et al.* (2013) afirman que es factible ofrecer el 10 % de la proteína bruta que requieren los cerdos en fase de 60 a 90 kg de peso vivo a partir de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia*, sin que se aprecie deterioro productivo en los animales.

Empleo de *Tithonia diversifolia* en la alimentación del ganado bovino

En los últimos años se ha evidenciado un creciente uso de la *T. diversifolia* como fuente forrajera para los bovinos, resaltando de esta arbustiva su aceptabilidad por parte de los animales. Algunos estudios realizados con rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos), manifiestan su empleo como forraje, el cual puede ser incluido en el plan de alimentación, para obtener buenos consumos de materia seca (Wambui *et al.*, 2006; Mahecha *et al.*, 2007; Ramírez *et al.*, 2010).

En este sentido García *et al.* (2008), reportaron la necesidad de un período de adaptación de los animales al consumo de *T. diversifolia*, encontrando una disminución del consumo de la arbustiva los primeros cuatro días de suministro, el cual aumenta gradualmente y es estabilizado a partir del octavo día.

Estudios *in vitro* realizados por Galindo *et al.* (2011), demostraron que la inclusión del 10% y 20% de *T. diversifolia* en la dieta de bovinos, aumenta las poblaciones de bacterias celulolíticas y reduce las de metanógenos ruminales. No se reportan modificaciones para los protozoos ni los hongos que habitan en el rumen de estos animales. La información anterior, muestra efectos potenciales de esta planta para reducir la emisión de metano. Según expresaron los autores, este resultado podría ser atribuido posiblemente a la presencia de taninos y otros metabolitos secundarios.

En otros estudios, se seleccionaron diferentes materiales forrajeros de *T. diversifolia*, por su contenido de saponinas y taninos. Al suministrar estos como alimento animal, no encontraron efectos negativos sobre la población de bacterias viables totales, pero si una disminución de hasta tres veces en la presencia de arquea metanógena y una reducción significativa en los protozoos (Delgado *et al.*, 2012).

Debido a las características propias de los pastos tropicales, que poseen bajos niveles de proteína digestible y un alto contenido de fibra, el follaje de las especies arbustivas y/o arbóreas se considera, en muchos casos, como una estrategia nutricional en la suplementación de los rumiantes. Diferentes autores plantean que *T. diversifolia* puede ser utilizada en la alimentación animal, por su valor nutricional; incluso superior al de las gramíneas tropicales. Esta alternativa mejora la degradabilidad de la materia seca de la dieta en comparación a sistemas convencionales, favoreciendo la productividad animal y la rentabilidad del sistema (Mahecha y Rosales, 2006; Lezcano *et al.*, 2012).

En Cuba, la forrajera *Tithonia diversifolia*, constituye una alternativa para alimentar el ganado. Estudios realizados por García *et al.* (2016) demostraron incrementos en la producción y calidad de la leche, cuando utilizaron un SSP con esta especie. Las experiencias de Galindo *et al.* (2018) demostraron que, al asociar esta planta a una mezcla de gramíneas tropicales, mejora el ecosistema ruminal al incrementarse los organismos degradadores de la fibra y reducir los protozoos y metanógenos; así como poner a disposición del animal mayor cantidad de materia orgánica fermentada para la síntesis de proteína microbiana. En los últimos años, la inclusión de forrajeras como *Tithonia diversifolia* en dietas bovinas ha permitido reducir los costos de producción, la incidencia de enfermedades metabólicas, así como incrementar el desempeño productivo y reproductivo de los animales.

Empleo de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de vacas lecheras

Existen muy pocos estudios que muestren las potencialidades de *T. diversifolia* en la producción de leche. No obstante, se reportan resultados relevantes en esa producción debido a sus nutrientes, presencia de taninos y derivados de estos, lo que se debe a la posible mejoría de la fermentación, lo que implica una mayor eficiencia en el uso de los nutrientes de la dieta. Sin embargo, aún no se referencian estudios que evidencien realmente todos los beneficios que se podrían tener al usar esta planta en la alimentación de vacas lecheras. El botón de oro se plantea entonces como alternativa alimenticia en las dietas para lechería de trópico alto, basado en que investigaciones de diversa índole recomiendan, evaluar la inclusión de esta planta en la dieta de los animales y tener un mejor conocimiento del impacto que se pueda dar desde lo productivo, ambiental y económico (Gallego *et al.*, 2014).

De acuerdo con la composición química y la digestibilidad, el botón de oro podría mejorar la sincronización entre energía y nitrógeno que ingresan al rumen y beneficiar la eficiencia en la fermentación, para lo cual muestra gran potencial. Se ha incrementado su uso para silvopastoreo o forraje de corte y se puede incorporar en el suplemento de vacas lecheras F1 (primera generación) hasta en un nivel de 35% sin que se afecte su producción (La O *et al.*, 2012).

En Vacas lecheras de mediana producción la sustitución parcial de concentrado comercial por ensilaje de *T. diversifolia* es factible, sin reducir la producción y composición de la leche. De igual forma, la inclusión de esta forrajera dentro de las fincas presenta algunas ventajas como: producir altas cantidades de forraje en áreas marginales o susceptibles a la erosión durante el pastoreo del ganado, conservar material de buena calidad para animales de producción media (15 litros) o para épocas de escasez de forraje. Además, permite reducir los costos por suplementación al sustituir parcialmente el concentrado (Villegas *et al.*, 2017).

Empleo de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de terneros lactantes

En investigaciones realizadas por Ruíz *et al.* (2014), se informa una tecnología para la producción de biomasa, comportamiento bajo corte, pastoreo, así como para su utilización en el comportamiento biológico y fisiológico de animales que se utilizan para el desarrollo ganadero. Se presentan materiales vegetales destinados a la alimentación animal que ofrecen opciones para la producción de biomasa en corte (5, 10,16 y 23) o pastoreo (3, 5, 10, 23 y 24). En terneros, la inclusión de harina de forraje de *Tithonia* permite ganancias por encima de los 700 g/animal/día, con peso vivo superior a 100 kg a los cuatro meses y buen estado de salud.

La utilización de harina de *Tithonia diversifolia* en la dieta integral (5, 10 y 15 %) permitió indicadores de salud adecuados de los terneros durante el estudio. Se debe destacar que los niveles de hemoglobina fueron de 110.0-130 g L⁻¹ a los 120 días, lo que indica que en su composición este material vegetal parece aportar componentes beneficiosos para estos indicadores. Esta harina en la dieta integral logra que los terneros alcancen ganancias medias diarias de peso vivo superiores a 700 g/ha/d (739 a 783 g/a/d) como promedio. Se demostró además, que las características del consumo y la rumia de los terneros estuvieron beneficiadas por la inclusión de esta harina en la dieta integral (Ruíz *et al.* 2014).

Otras experiencias reportadas con el empleo de *Tithonia diversifolia* en terneros fueron las de Lezcano *et al.* (2016). El estudio se realizó con el objetivo de determinar el efecto de la inclusión de forraje de *Tithonia* sobre el control de la infestación por estrongílicos gastrointestinales en bovinos jóvenes en pastoreo, en los períodos lluvioso (PLL) y poco lluvioso (PPLL). Como resultado se informa que el contenido proteico y la presencia de metabolitos secundarios contribuyeron a la disminución de la carga parasitaria, por lo que esta especie puede ser una planta forrajera con potencial para la producción de rumiantes.

La provisión de forrajes en la vida de los terneros puede resultar en una mayor actividad de masticación (comer y rumiar). Además, la suplementación de forraje de *Tithonia diversifolia* disminuye los comportamientos no nutritivos de clasificación oral y de alimentación, lo que puede ayudar a mantener el pH del fluido ruminal y aumentar el número de bacterias celulolíticas en el rumen. Además, aumenta el potencial del ambiente del rumen de manera general (Xiao, 2020).

En la figura 2 se puede apreciar, el amplio uso de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de las diferentes especies y categorías de animales, por lo que, esta arbustiva constituye una opción viable para la producción animal en los trópicos. Se resume en la figura los porcentajes de inclusión en la dieta. En la actualidad, la comunidad científica y los productores están encarando nuevos retos para lograr un balance adecuado entre la seguridad alimenticia y la conservación del medio ambiente.

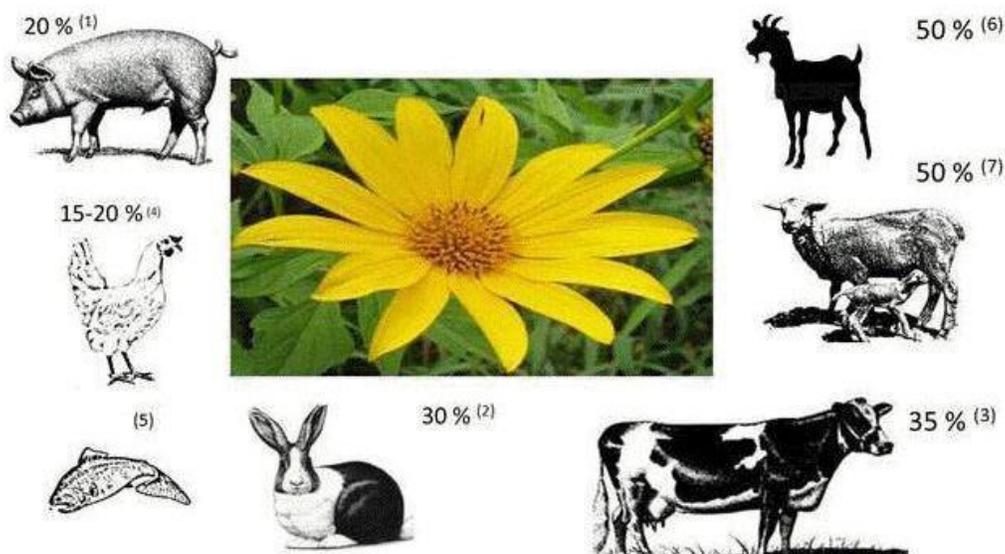


Figura 2. Niveles de inclusión de *Thitonia diversifolia* en la dieta de diferentes categorías de animales. Fuente: ⁽¹⁾ Fasuyi y Ibitayo, (2011), ⁽²⁾ Quintero *et al.*, (2007), ⁽³⁾⁽⁷⁾ Mahecha *et al.*, (2007), ⁽⁴⁾ Odunsi *et al.*, (1996), ⁽⁵⁾ Ríos, (2002) y ⁽⁶⁾ Vargas, (1994).

Formas de conservación de *Tithonia diversifolia* para alimento animal

Díaz *et al.* (2014), manifiestan que la biotecnología convencional, puede aplicarse a la producción de alimentos para animales, a partir de la utilización de residuos orgánicos post cosecha y agroindustriales, la cual incrementa la cantidad y disponibilidad de nutrientes y su digestibilidad, una de las técnicas utilizadas es la del ensilaje. En países tropicales, como Cuba, la conservación de forraje es un elemento importante en la producción animal de rumiantes, ya que se previene una baja productividad y mortalidad de animales en épocas seca.

Según declaró a la prensa, González Torrecilla, son prioridades hoy día la siembra de pastos y forrajes, la elaboración de ensilajes, la concentración del ganado en cuarterones cuando lo amerite, garantizarle agua, impulsar la reproducción mediante el trasplante de embriones, dar un mayor uso a las plantas proteicas, y recurrir más que nunca a la ciencia, la técnica y la innovación, como pidió el Comandante en Jefe Fidel Castro, todo ello sin dañar el medio ambiente y a tono con la Tarea Vida. Reconoce que la ganadería bovina es la rama más complicada de recuperar (ACN, 2019).

Tithonia diversifolia puede ser conservada como forraje o como ensilaje:

En forma de forraje

Muchos son los ganaderos que apuestan por el empleo del forraje de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de sus animales porque consideran que trae consigo una gran cantidad de ventajas. En concreto, entre las más significativas se informa: Mejora la producción; tiene a su favor que los animales lo digieren de forma sencilla; se destaca el hecho de que sea un producto rico en vitaminas, minerales, proteínas e incluso en carbohidratos; sus costos productivos son realmente bajos. De la misma manera, se debe hacer hincapié en que conservarla y suministrarla como forraje, ayuda a incrementar la producción de carne y también de leche. De este modo, el forraje suele consistir del pasto fresco que se cultiva y crece en el lugar (Muck *et al.*, 2018; Pérez, 2019).

La tecnología de forraje se ha introducido con éxito en los sistemas de ganado de pequeños productores y grandes extensiones, como una fuente de alimentación alternativa a la paja de arroz tradicional y las pasturas nativas, mejorando la nutrición animal y reduciendo los requisitos de mano de obra para alimentar al ganado. Investigaciones anteriores han puesto de relieve los impactos positivos de la tecnología de forraje, incluidas las tasas de crecimiento mejoradas del ganado y el ahorro de tiempo. Sin embargo, se requiere más investigación para comprender los impulsores, los desafíos y las oportunidades de la tecnología de forraje (Ashley *et al.*, 2018).

En forma de ensilaje

El ensilado es un proceso de conservación del forraje basado en una fermentación láctica del pasto que produce ácido láctico y una disminución del pH por debajo de cinco. Permite retener las cualidades nutritivas del pasto original mucho mejor que el henificado, pero precisa de mayores inversiones y conocimientos para conseguir un producto de calidad. También se denomina así al forraje obtenido mediante este proceso. Se argumenta, además, que el ensilaje se define como la oxidación incompleta de carbohidratos por acción de microorganismos (Bernal *et al.*, 2015; Pinzón y Lemus, 2017).

Existen diversas experiencias con el empleo de *T. diversifolia* en sistemas silvopastoriles (Gallego, 2016; Mejías *et al.*, 2017); sin embargo, su conservación mediante la técnica del ensilaje, asegura la preservación del material vegetal con mínima pérdida de nutrientes (Cárdenas *et al.*, 2004) además de su disponibilidad durante todo el año (Villegas *et al.*, 2017).

Adición de aditivos al ensilaje

Aplicar aditivos al ensilaje permite reducir el pH más rápidamente, a fin de preservar los carbohidratos y proteínas, e inhibir el crecimiento de microorganismos que podrían deteriorar el material conservado (Zhang *et al.*, 2014). Los inoculantes con bacterias ácido lácticas se convierten en el tipo más frecuente de aditivo empleado para ensilar. En pastos tropicales, como la arbustiva *Tithonia diversifolia*, estos aditivos microbianos mejoran la calidad de fermentación y reducen las pérdidas de nutrientes durante su conservación (Stefanie *et al.*, 2001; Díaz, 2014).

En Cuba, la Universidad de Matanzas desarrolló la experiencia de aplicar aditivos microbianos al ensilaje de *Tithonia diversifolia*. El Centro de Estudios Biotecnológicos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de dicha Universidad, dispone de un biopreparado probiótico denominado PROBIOLACTIL[®], el mismo se empleó con un subproducto de la industria quesera conocido como suero de leche. Ambos aditivos poseen en su composición altas concentraciones de bacterias ácido lácticas. Estos inoculantes microbianos se emplearon para ensilar la *Thitonia diversifolia* y los excelentes resultados potencian su empleo para mejorar la fisiología y salud animal. Esta forma de conservación optimiza el funcionamiento de los sistemas de producción ganadero en nuestro país (Pozo, 2019).

Conclusiones

Tithonia diversifolia es una especie ampliamente utilizada en la alimentación animal. El conocimiento previo que se tiene de su caracterización, las bondades del manejo y respuesta del cultivo, hacen que esta especie se convierta en una alternativa forrajera para ser utilizada de manera extensiva en sistemas sostenibles de producción animal en el trópico. Los resultados expuestos demuestran la viabilidad de su uso tanto en los rumiantes, como en monogástricos.

Referencias bibliográficas

ACN. AGENCIA CUBANA DE NOTICIAS. Ganadería cubana. Disponible. <http://www.acn.cu/cuba/38876> [Consultado: julio 2020]. 2019.

ADEMILUYI, B. O. y OMOTOSO, S. O. Comparative Evaluation of *Tithonia diversifolia* and NPK Fertilizer for soil improvement in maize (*Zea mays*) production in Ado Ekiti, Southwestern Nigeria. American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, no.1 vol. 1, 2007, pp. 32-36.

ARRIOLA, S. I., SINGER, L. M., RAY, W. K., HELM, R. F., LIN, X.Y., MCGILLIARD, M. L., ST-PIERRE, N. R. y HANIGAN, M. D. Casein synthesis is independently and additively related to individual essential amino acid supply. Journal

Dairy Science, no. 97, 2014, pp. 2998-3005.

ASHLEY, K., WILSON, S. y YOUNG, J.R. Drivers, challenges and opportunities of forage technology adoption by smallholder cattle households in Cambodia. *Tropical Animal Health Production*, no. 50 vol. 1, 2018, pp. 63-73.

ALONSO, J.; ACHAN, G.; SANTOS, D. T. y SAMPAIO, R. A. Comportamiento productivo de *Tithonia diversifolia* en pastoreo con reposos diferentes en ambas épocas del año. *Livestock Research for Rural Development*, no. 27 vol. 6, 2015, pp. 34-42.

BALICK, M. J y AUTEUR. M. Checklist of the vascular plants of Belize: with common names and uses. New York Botanical Garden Press. ISBN 0893274348. 2000.

BERNAL, L. C., CUCHILLO, H. M., JIMÉNEZ, H. R. y MARTENS, S. D. Nutritive value evaluation of sorghum-soybean ensiled with biological additives in Colombia. XVII International Silage Conference. Piracicaba, Brazil, 2015, pp. 84-85.

BURAGOHAİN, R. Growth performance, nutrient utilization, and feed efficiency in broilers fed *Tithonia diversifolia* leaf meal as substitute of conventional feed ingredients in Mizoram. *Veterinary World*, no. 9, 2016, pp. 444-449.

CAIRNS, M.F. Study on Farmer Management of Wild Sunflowers (*Tithonia diversifolia*) short communication. ICRAF S E. Asian Regional Research Programme. 1996.

CALLE, Z. y MURGUEITIO, E. El botón de oro: arbusto de gran utilidad para sistemas ganaderos de tierra caliente y de montaña. *Carta Fedegán*, no 108, 2010, pp. 54-63.

CÁRDENAS, J., SOLORIO, F. y SANDOVAL, C. Ensilaje de forrajes. Alternativa para la alimentación de rumiantes en el trópico. Editorial Universidad Autónoma de Yucatán. México, no. 1 vol. 1, 2004, pp. 13-18.

CASTILLO, R., BETANCOURT, T., TORAL, O. C. y IGLESIAS, J. M. Influencia de diferentes marcos de plantación en el establecimiento y la producción de *Tithonia diversifolia*. *Revista Pastos y Forrajes*, no. 39 vol. 2, 2016.

DELGADO, D., GALINDO, J., GONZÁLEZ, R., GONZÁLEZ, N., SCULL, I., DIHIGO, L., CAIRO, J., ALDAMA, A. y MOREIRA, O. Feeding of tropical trees and shrub foliages as a strategy to reduce ruminal methanogenesis: studies conducted in Cuba. *Tropical Animal Production*, no. 44, 2012, pp. 1097-1104.

DÍAZ, B., ELÍAS, A. y VALIÑO, E. Impacto de la Biotecnología convencional en la Seguridad alimentaria a través de la Producción animal en el Ecuador. Estudio de caso: Producto BIORÉS. En imprenta. *Revista Internacional de Ciencia y Sociedad*. 2014.

DÍAZ, L. Evaluación de residuos agrícolas post cosecha en ensilajes. Inoculados con preparados microbianos nativos para alimentación de vacas lecheras en Ecuador. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Ecuador. 2014.

FAO. El trabajo de la FAO sobre el cambio climático. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Roma: FAO. (En línea). Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-i8037s.pdf>. 2017.

FASUYI, A. O. e IBITAYOM, F. J. Preliminary analyses and amino acid profile of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaves. Int. J. Biol. Chem. Sci. 5:164-170. 2011.
FERREIRA, L.H. Produtividade e valor nutricional da *Tithonia diversifolia* para ruminantes. Tesis MSc, Universidade Federal de São João del-Rei. Minas Gerais, Brasil. 2015.

FUENTE, B., CARRANCO, M., BARRITA, V., ÁVILA, E. y SANGINÉS, L. Efecto de la harina de *Tithonia diversifolia* sobre las variables productivas en gallinas ponedoras. Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Avícola, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd. de México, México. ISSN 2448-6132. 2019.

FUNGO, B., LEHMANN, J., KALBITZ, K., TENYWA, M., THIONGO, M. y NEUFELDT, H. Emissions intensity and carbon stocks of a tropical Ultisol after amendment with *Tithonia* green manure, urea and biochar. Field Crops Res. no. 209, 2017, pp. 179-188.

GALINDO, J. L., RODRÍGUEZ, I., GONZÁLEZ, N., GARCÍA, R. y HERRERA, M. Sistema silvopastoril con *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray: efecto en la población microbiana ruminal de vacas. Revista Pastos y Forrajes, no. 41 vol. 4, 2018, pp. 273-280.

GALINDO, J., GONZÁLEZ, N., SOSA, A., RUÍZ, T., TORRES, V. y ALDANA, A.I. Effect of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (Giant Mexican Sunflower) on the population of rumen protozoa and methanogens under in vitro conditions. Cuban Journal of Agricultural Science, no. 45 vol. 1, 2011, pp. 33-37.

GALLEGO, L.A. Evaluación agronómica y análisis productivo del botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray) como suplemento alimenticio de vacas lecheras en trópico alto. Tesis en opción al título de Master Sistemas de producción animal. Antioquía, Colombia: Universidad de Antioquía. 2016.

GALLEGO, L.A., MAHECHA, L. y ANGULO, J. Potencial forrajero de *Tithonia*

diversifolia (Hemsl.) A. Gray en la producción de vacas lecheras. Agron. Mesoam. no. 25, 2014, pp. 393- 403.

GARCÍA, D. E., MEDINA, M. G., COVA, L. J., SOCA, M., PIZZANI, P. y BALDIZÁN, A. Aceptabilidad de follajes arbóreos tropicales por vacunos, ovinos y caprinos en el Estado Trujillo, Venezuela. Zootecnia Tropical, no 26 vol. 3, 2008, pp. 191-196.

GARCÍA, J., CARABAÑO, R. y DE BLAS, C. Effect of fiber source on cell wall digestibility and rate of passage in rabbits. J. Anim. Sci. no. 77, 1999, pp. 898-905.

GARCÍA, R., RODRÍGUEZ, I. y GONZÁLEZ, M. R. Opción de pastoreo con *Tithonia diversifolia* en vacas lecheras. Memorias de la IV Convención Internacional Agrodesarrollo Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. 2016, pp. 1467-1469.

GONZÁLEZ, D., RUÍZ, E. y DÍAZ, H. Sección del tallo y forma de plantación: su efecto en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, no. 47 vol. 4, 2013, pp. 425-429.

GUTIÉRREZ, L.L y HURTADO, V.L. Uso de harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de pollos de engorde. Orinoquía, no. 23 vol. 2, 2019, pp. 56-62.

HARTMANN, H. y KESTER, D. Propagación de plantas, principios y prácticas. Editorial Continental. Ciudad de México, México. 1995, pp. 760-768.

HERRERA, R. Sustitución parcial del concentrado comercial por harina de sorgo y forraje fresco de arbustivas proteicas en cerdos mestizos en ceba. Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Pastos y Forrajes. Universidad de Matanzas. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Matanzas. 2012.

HERRERA, R., PÉREZ, A., ARECE, J., HERNÁNDEZ, A. y IGLESIAS, J.M. Utilización de grano de sorgo y forraje de leñosas en la ceba porcina. Pastos y Forrajes, no 36 vol. 1, 2013, pp. 56-63.

HEUZÉ, V., TRAN, G., REVERDIN, G. y LEBAS, F. Mexican sunflower (*Tithonia diversifolia*). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. 2015.

HOLGUÍN, V., ORTÍZ, S., VELASCO, A. Y MORA, J. R. “Evaluación multicriterio de 44 introducciones de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Candelaria, Valle del Cauca”. Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, no 62 vol. 2, 2015, pp. 57–72.

INAYAT, A. Y GORDON, O. Influencia de las fases lunares (Menguante y Luna llena) sobre la propagación vegetativa del botón de oro *Tithonia diversifolia* para la formación de un banco de proteína: Tesis, Sede el Prado, Quito, Facultad de Ingeniería de Ciencias Agropecuarias, Ecuador. 2009.

KAYIKI, K.C. y WORTMANN, C.S. Plant materials for soil fertility management in subhumid tropical areas. *Agronomy Journal*, no. 93 vol. 4, 2001, pp. 929-935.

LA O, O., GONZÁLEZ, H., OROZCO, A., CASTILLO, Y., RUÍZ, O., ESTRADA, A., RÍOS, F., GUTIÉRREZ, E., BERNAL, H., VALENCIAGA, D., CASTRO, B. y HERNÁNDEZ, Y. Composición química, degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad *in vitro* de ecotipos de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. *Rev. Cubana Cienc. Agr.* no 46, 2012, pp. 47-56.

LEE, M. A., DAVIS, A. P., CHAGUNDA, M. G. y MANNING, P. Forage quality declines with rising temperatures, with implications for livestock production and methane emissions. *Biogeosciences*, no. 14, 2017, pp. 1403-1417.

LEZCANO, Y., SOCA, M., OJEDA, F., ROQUE, E., FONTES, D. y MONTEJO, I.L. Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. *Pastos y Forrajes*, no. 35 vol. 3, 2012, pp. 275-282.

LEZCANO, Y., SOCA, M., ROQUE, E., OJEDA, F., MACHADO, R. y FONTES, D. Forraje de *Tithonia diversifolia* para el control de estrongídeos gastrointestinales en bovinos jóvenes. *Pastos y Forrajes*, no. 39 vol. 2, 2016, pp. 133-138.

LONDOÑO, C.J., MAHECHA, L.L. Y ANGULO, A.J. Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray para la alimentación de bovinos. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, no. 11 vol. 1, 2019.

MACÍAS, M. Y MARTÍNEZ, O. Composición en aminoácidos de diferentes fuentes tropicales no convencionales para la alimentación animal. *Revista Computarizada de producción porcina*, no 4 vol. 3, 1997, pp. 1-60.

MAHECHA, L. y ROSALES, M. Valor nutricional del follaje de botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray, en la producción animal en el trópico. *Livestock Res. Rural Dev.* no 17 vol.9, 2006, pp. 100-108.

MAHECHA, L., ESCOBAR, J., SUÁREZ, J. y RESTREPO, L. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas F1 (Holstein por

Cebú). *Livestock Res. Rural Dev.* no. 19 vol. 2, 2007, pp. 16-22.

MARTÍNEZ, M. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1979.

MEJÍA, E., MAHECHA, L. Y ANGULO, J. Consumo de materia seca en un sistema silvopastoril de *Tithonia diversifolia* en trópico alto. *Agron. Mesoam.* no 28 vol. 2, 2017, pp. 389-403.

MORIONES, L. y MONTES. C. Aporte de *Tithonia diversifolia* en abonos orgánicos: Efecto en producción y suelo en Cauca, Colombia. *Biotecnol. Sector Agropecu. Agroind.* no 15, 2017, pp. 101-111.

MUCK, R. E., NADEAU, E. M. G., MCALLISTER, T. A., CONTRERAS, F. E., SANTOS, M. C. y KUNG, L. JR. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. *J. Dairy*, no 101 vol. 5, 2018, pp. 3980-4000.

MURGUEITIO, E., XÓCHITL, M., CALLE, Z., CHARÁ, J. D., BARAHONA, R., MOLINA, C. H. y URIBE, F. Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina. En: Montagnini, F.; Somarriba, Sistemas agroforestales. Funciones productivas, socioeconómicas y ambientales. Serie técnica. Informe técnico 402. Editorial CIPAV Cali, Colombia: 2015, pp. 442-454.

NHAN, N. T., HON, N. V. y PRESTON, T. R. Studies on ensiling of *Tithonia diversifolia* and Taro (*Colocasia esculenta*) and feeding the silage to fattening pigs as partial replacement of a basal diet of rice bran, broken rice, soybean meal and fish meal. *Livestock Research for Rural Development*, no. 23 vol. 5, 2011.

NIEVES, D., PÉREZ, J., JIMÉNEZ, N., CALLES, H., PINEDA, T. y VILORIA, W. Uso de follaje fresco de árnica (*Tithonia diversifolia*) y morera (*Morus alba*) en la alimentación de conejos. Programa Ciencias del Agro y del Mar, UNELLEZ, Guanare, P, Venezuela. 2012.

OLAFADEHAN, O. A. y OKUNADE, S. A. Fodder value of three browse forage species for growing goats. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* No. 17, 2018, pp. 43-50.

PATRA, A., PARK, T., KIM, M. y YU, Z. Rumen methanogens and mitigation of methane emission by anti-methanogenic compounds and substances. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, no. 8 vol. 13, 2017.

PÉREZ, J. Definición de forraje. Revista. Zootecnia Tropical, no. 26 vol. 3, 2019, pp. 48-52.

PINZÓN, J.C. y LEMUS, J.F. Valoración nutricional y parámetros de fermentación del ensilaje de Yacón y Cáscara de naranja. Tesis presentada en opción al título de Zootecnista. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. 2017.

POZO, Y. Efecto de inóculos microbianos como activadores de la fermentación en ensilajes de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2019.

RAMÍREZ, R. U., SANGINÉS, G. J. R., ESCOBEDO, M. J. G., CEN, F., RIVERA, L. J. A. y LARA, L. E. Effect of diet inclusion of *Tithonia diversifolia* on feed intake, digestibility and nitrogen balance in tropical sheep. Agroforestry Systems, no. 80 vol. 2, 2010, pp. 295-302.

RÍOS, C. I. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. 2da edición. Colciencias-CIPAV. Cali, Colombia. 1997, pp. 115-122.

RÍOS, K. C. *Tithonia diversifolia*, (Hemsl.) A. Gray una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Bogotá, Colombia. 2002.

RODRÍGUEZ, B., SAVÓN, L., VÁZQUEZ, Y., RUÍZ, T. E. y HERRERA, M. Evaluación de la harina de forraje de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de gallinas ponedoras. Livestock Research for Rural Development. Vol. 30, Article # 56. 2018.

RODRÍGUEZ, I. Potencialidades de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en la alimentación animal. Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. 2017.

ROIG, J. T. y MESA, A. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. La Habana. 1974, pp. 709-722.

RUÍZ, T., FEBLES, G., ALONS, J., CRESPO, G. y VALENCIAGA, N. Agronomy of *Tithonia diversifolia* in Latin America and the Caribbean region. In: L. editors, Mulberry, moringa and tithonia in animal feed, and other uses. FAO, Rome, ITA. 2017, pp. 171-201.

RUÍZ, T. E., FEBLES, G. J., GALINDO, J. L., SAVÓN, L. L., CHONGO, B. B. TORRES, V., CINO, D. M.; ALONSO, J., MARTÍNEZ, Y., GUTIÉRREZ, D.,

CRESPO, G. J., MORA, L., SCULL, I., LA O, O., GONZÁLEZ, J., LOK, S., GONZÁLEZ, N. y ZAMORA, A. *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, no. 1 vol. 48, 2014, pp. 79-82.

RUÍZ, 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. *Tithonia diversifolia*: I. Estudio integral de diferentes materiales para conocer su potencial de producción de biomasa y calidad nutritiva. Avances en Investigación Agropecuaria, no 20 vol. 3, 2016, pp. 63-82. ISSN 0188789-0.

SALAZAR, A. Evaluación agronómica del Botón de oro@ (*Tithonia diversifolia* - familia compuesta) y el Apinocho@ (*Malvaviscus penduliflorus* - familia *Malvaceae*). Informe de becarios de la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali. 1992, pp. 27 - 31.

SAO, N.V., MUI, N.T. y BINH, D.V. Biomass production of *Tithonia diversifolia* (Wild Sunflower), soil improvement on sloping land and use as high protein foliage for feeding goats. Livestock Research for Rural Development, no. 22 vol. 8, 2010.

SARRIA, P. Forrajes Arbóreos en la Alimentación de Monogástricos. II Conferencia Electrónica sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina. 2003.

SAVÓN, L., MORA, L.M., RODRIGUEZ, V., RODRÍGUEZ, Y., SCULL, I., HERNÁNDEZ, Y. y RUÍZ, T.E. Efecto de la harina de follaje de *Tithonia diversifolia* en la morfometría del tracto gastrointestinal de cerdos en crecimiento-ceba. Zootecnia Tropical, no 26 vol.3, 2008, pp. 387-390.

STEFANIE, J.W.H., ELFERINK, O., DRIEHUIS, F., GOTTSCHAL, J. C. y SPOELSTRA, S. F. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. Memorias de la conferencia electrónica de la FAO sobre el ensilaje en los trópicos. Estudio 2-Los procesos de fermentación del ensilaje y su manipulación. Serie Estudios FAO. Producción y protección vegetal 161. FAO, Roma. 2001.

TAPASCO, J., MARTÍNEZ, J., CALDERÓN, S., ROMERO, G., ORDÓÑEZ, D. A., ÁLVAREZ, A., SÁNCHEZ, L. y LUDEÑA, C. Impactos económicos del cambio climático en Colombia: sector ganadero. Banco Interamericano de Desarrollo, WA, USA. 2015.

VARGAS, J. E. Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca. Memoria. II Seminario Internacional Desarrollo sostenible de Sistemas Agrarios. Cali, Colombia. 1994.

VILLEGAS, G. H., MONTOYA, S., RIVERA, J. E. y CHARÁ, J. Implementación del ensilaje de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en vacas de mediana producción y su efecto en la producción y composición de la leche. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria – CIPAV. Carrera 25 Cali, Colombia, no 6 vol. 62, 2017.

WAMBUI, C. C., ABDULRAZAK, S. A. y NOORDIN, Q. The effect of supplementing urea treated maize stover with *Tithonia*, *Calliandra* and *Sesbania* to growing goats. *Livestock Research for Rural Development*, article 64, no. 18 vol. 5, 2006.

WANG, T.C. y FULLER, M. F. The optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. *British Journal of Nutrition*, no. 62, 2004, pp. 77-89.

XIAO, J., ALUGONGO, G. M., LI, J., WANG, Y., LI, S. y CAO, Z. Review: How Forage Feeding Early in Life Influences the Growth Rate, Ruminal Environment, and the Establishment of Feeding Behavior in Pre-Weaned Calves. *Animals (Basel)*, no 10 vol. 2, 2020, pp. 188-193.

ZHANG, T., YAN, S., LI, Z., WEI, S., QIN, G. y KUAN, W. Whole soybean as probiotic lactic acid bacteria carrier food in solid-state fermentation. *Food Control*, no. 41, 2014, pp. 1-6.