



Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Agropecuarias

Título: Uso del follaje de *Tithonia diversifolia* en la producción de leche en vacas Mambí de Cuba.



Autor: Wilfredo Sepúlveda Gómez

Tutor: Dr.C. Yohanka Lezcano Más
MSc. Iraní Placeres Espinosa
Dr.C. Luz María Samaniego Fernández

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del Tribunal

Tribunal

Tribunal

Tribunal

Evaluación

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Declaro que yo, Wilfredo Sepúlveda Gómez soy el único autor de este Trabajo de Diploma por lo que autorizo a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma:

DEDICADO A:

- A Dios. Por haberme dado la vida, permitirme llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos.
- A mis padres por haberme apoyado en todo momento de mi carrera, su motivación constante para perseverar y salir adelante.
- A mi Hermana y demás familiares que siempre estuvieron apoyándome para culminar satisfactoriamente mis estudios.
- A mi compañero por ayudarme durante todo ese arduo camino y compartir conmigo las alegrías y tristezas.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por iluminarme y darme las fuerzas y energías necesarias para culminar mi carrera profesional.
- A mis padres, hermanos y familiares que unificaron esfuerzos para impulsar mis estudios hacia adelante.
- A mi tutora Dr. C. Yohanka Lezcano Más por darme los elementos para la formación personal y profesional durante el desarrollo de la investigación.
- A mi tutora MSc. Iraní Placeres Espinosa por la colaboración brindada en los resultados estadísticos.
- Al Dr. C. Ramón Liriano González por la revisión y valiosos consejos en el perfeccionamiento final del documento.
- A los compañeros y compañeras de estudio, por compartir las diferentes opiniones, criterios, pensamientos, conocimientos y experiencias.
- A la Universidad de Matanzas por la formación recibida y a la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas por darme el espacio y permitir desarrollar el Trabajo de Diploma.

OPINION DEL TUTOR

Debido a las características propias de los pastos tropicales, que presentan bajos niveles de proteína digestible y una alta tasa de fibra se ha considerado, el uso del follaje de las especies arbustivas y/o arbóreas como una estrategia nutricional en la suplementación de los rumiantes en el trópico, con el objetivo de mejorar el nivel productivo y alimentario de los mismos, principalmente durante los períodos de escasez de forraje.

De aquí la actualidad e importancia de este trabajo en los momentos actuales en que el país reorganiza la rama agropecuaria y realiza grandes esfuerzos por mantener estable la disponibilidad de alimentos en las especies de animales económicamente importantes para satisfacer las demandas y necesidades de la población.

En este contexto el Trabajo de Diploma realizado por el estudiante Wilfredo Sepúlveda Gómez responde a diferentes interrogantes relacionada con el uso de fuentes alternativas en la alimentación animal para sustituir importaciones, reducir la competitividad con la alimentación humana y preservar el ambiente, lo que constituye un reto para los nutricionistas y los pequeños y medianos productores en la búsqueda de soluciones para lograr producciones ecológicamente sostenibles y eficientes.

Es de destacar la dedicación que el estudiante mostró en la elaboración del trabajo de tesis y sobretodo la independencia alcanzada en la redacción del documento final así como, la responsabilidad asumida durante toda la etapa del montaje y conducción de los experimentos.

Considero que el trabajo realizado, así como los resultados obtenidos y todo lo expuesto en la tesis que se defiende, son merecedores del otorgamiento del título de Ingeniero Agrónomo.

Tutora: Dr. C. Yohanka Lezcano Más.

RESUMEN

Se llevó a cabo una investigación en la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas (EPGM) con el objetivo de determinar el efecto de *Tithonia diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Mambí de Cuba. Se desarrollaron dos experimentos. Caracterizar la especie *T. diversifolia* desde el punto de vista bromatológico y fitoquímico en el período lluvioso y el poco lluvioso y demostrar el efecto de la suplementación con *T. diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Mambí de Cuba en condiciones de pastoreo en el período lluvioso y el poco lluvioso. Se usaron 40 bovinos de la raza Mambí de Cuba, de la categoría vaca, con un peso vivo de (490 Kg), dos lactancias y dos partos, 20 para el tratamiento experimental y 20 para el tratamiento control en ambas épocas; se realizaron cuatro tratamientos, cuatro repeticiones (dos en cada época) y 20 repeticiones por tratamiento y cada vaca constituye una unidad experimental. Se concluye que *Tithonia diversifolia*, desde el punto de vista bromatológico y fitoquímico, se caracterizó por presentar valores significativos de PB y FB en la fracción comestible hoja más tallo tierno en los dos períodos estudiados y desde el punto de vista fitoquímico los alcaloides se distinguieron en forma cuantiosa y notable durante el PLL y el PPLL respectivamente. La suplementación con *T. diversifolia* incrementó la producción de leche en vacas Mambí de Cuba en condiciones de pastoreo en el período lluvioso y el poco lluvioso.

Indice

1. Introducción.....	1
5. Revisión bibliográfica.....	4
5.1 Origen, distribución y sinonimia.....	4
5.1.1 Descripción botánica	4
5.2 <i>Tithonia diversifolia</i> (hemsl.) a. gray una especie forrajera promisorio.....	4
5.2.1 Características nutricionales	6
5.2.2 Usos en la alimentación animal.....	8
5.3 El sistema de lechería intensivo	9
5.3.1 Uso de la tierra en el sistema intensivo	9
5.3.2 El sistema lechero sostenible rentable y en armonía con el medio ambiente.....	10
5.4 La sanidad, la mejora genética y la alimentación	11
5.5 La alimentación en la lechería intensiva sostenible.....	11
5.6 Los suplementos forrajeros	12
5.6.1 Los bancos forrajeros	13
5.7 La producción de leche	13
6. Materiales y métodos	15
6.1 Condiciones experimentales generales.....	15
6.1.1 Sitio del experimento	15
6.1.2 Suelo	15
6.1.3 Clima	15
6.2 Caracterización bromatológica y fitoquímica de la especie <i>tithonia diversifolia</i> (hemsl.) a. gray en el período lluvioso y el poco lluvioso.....	17
6.2.1 Mediciones experimentales	18
6.2.2 Análisis estadístico.....	20
6.3 Efecto de la suplementación con <i>t. diversifolia</i> en el incremento de la producción de leche en vacas mambí de cuba en condiciones de pastoreo en el período lluvioso y el poco lluvioso.	20
6.3.2 Determinaciones	20
6.3.3 Diseño experimental.....	20
6.3.4 Tratamientos	21
6.3.5 Análisis estadístico	21
7. Resultados y discusión	22

7.1 Caracterización bromatológica de algunos componentes del valor nutritivo de <i>t. diversifolia</i> en dos etapas del ciclo fisiológico. período lluvioso y período poco lluvioso.....	22
7.2 Caracterización fitoquímica de <i>t. diversifolia</i>	26
7.3 Efecto de la suplementación con <i>t. diversifolia</i> en el incremento de la producción de leche en vacas mambí de cuba en condiciones de pastoreo en el período lluvioso y el poco lluvioso.	28
8. Conclusiones.....	32
9. Recomendaciones.....	33
10. Bibliografía	34

1. INTRODUCCIÓN

Debido a las características propias de los pastos tropicales, que presentan bajos niveles de proteína digestible y una alta tasa de fibra, el follaje de las especies arbustivas y/o arbóreas se ha considerado, en muchos casos, como una estrategia nutricional en la suplementación de los rumiantes en el trópico con el fin de mejorar el nivel productivo y alimentario de los animales, principalmente durante los períodos de escasez de forraje (Milera *et al.*, 2010).

Muchas de estas especies tienen un valor nutricional superior al de los pastos y pueden producir altas cantidades de biomasa comestible, que son más sostenidas en el tiempo que las de éstos bajo condiciones de cero fertilización. En este sentido, existen especies de plantas no leguminosas como *Tithonia diversifolia* Hemsl. Gray, cuyas características nutricionales las convierten en altamente valoradas por su calidad alimentaria (Murgueitio *et al.*, 2009a).

Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray, originaria de América del Sur, crece como una arvense en el borde de los caminos, de forma rápida, incluso bajo condiciones desfavorables, y se multiplica fácilmente por esquejes. Puede producir hasta 275 t de material verde (unas 55 t de materia seca) por hectárea por año (Gallego - Castro *et al.*, 2014). Es muy ruda y puede soportar la poda a nivel del suelo y la quema. Las ramas podadas se les ofrecen como alimento al ganado que no dispone de pasto (Olabode *et al.*, 2007).

Se conoce que dicha especie mejora el reciclaje de nutrientes, previene la erosión, reduce los efectos del pisoteo animal sobre el suelo, ofrece una alta productividad de biomasa sin insumos agroquímicos, así como es ideal para utilizarla en sistema de corte y acarreo y para la conservación de los suelos frágiles; además, se emplea en producciones campesinas y en lechería (Murgueitio *et al.*, 2009b); Londoño *et al.* (2019) de ahí, la importancia de evaluar las potencialidades agro productivas y de aceptabilidad, para determinar la contribución que esta forrajera pudiera tener como suplemento dietético en los animales (Mahecha *et al.*, 2007).

Londoño *et al.* (2019) reseñan que en Colombia *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray se consume perfectamente por especies de rumiantes como ovinos, caprinos, bovinos y búfalos, así como por animales mono gástricos tales como, cerdos y conejos; estos mismos autores declaran que los rumiantes pueden

consumir la planta entera, hasta un diámetro de tallo de 1 a 1,5 cm, especialmente cuando se suministra tierno, alrededor de los 50 días de edad, periodo en la cual la planta presenta un buen valor nutricional.

Los estudios sobre la respuesta productiva de los animales que consumen forraje u otros alimentos derivados de la titonia aún son muy incipientes; sin embargo González *et al.* (2006) y Nieve *et al.* (2006) señalaron que el uso de materias primas alternativas en la alimentación animal para sustituir importaciones y reducir la competitividad con la alimentación humana y preservar el ambiente, constituye un reto para los nutricionistas y los pequeños y medianos productores en la búsqueda de soluciones para lograr producciones ecológicamente sostenibles y eficientes. A pesar de las observaciones del uso de la titonia en la alimentación animal, especialmente por campesinos, han sido muy pocos los trabajos investigativos a nivel mundial que en este campo se han realizado.

2. PROBLEMA

Se desconoce el efecto de *Tithonia diversifolia* en la producción de leche en vacas Mambí de Cuba en condiciones de pastoreo.

3. HIPÓTESIS

Con el uso de *Tithonia diversifolia* se puede contribuir al incremento de la producción de leche en vacas Mambí de Cuba.

4. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de *Tithonia diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Mambí de Cuba.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar la especie *T. diversifolia* desde el punto de vista bromatológico y fitoquímico en el período lluvioso y el poco lluvioso.
- Demostrar el efecto de la suplementación con *T. diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Mambí de Cuba en condiciones de pastoreo en el período lluvioso y el poco lluvioso.

5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

5.1 Origen, distribución y sinonimia

La familia Asteracea posee unas 15 000 especies distribuidas por todo el mundo El género *Tithonia* comprende diez especies originarias de Centro América.

En Guatemala se conoce con los nombre de mirasol, amargo y sajan grande. En Venezuela como tara, taro, flor amarillo y árnica. En Colombia se denomina mirasol, botón dorado, girasola, gamboa, girasol y en Cuba margaritona o árnica de la tierra, (Roig y Mesa, 1974).

El árbol maravilla, el girasol mexicano, el falso girasol, el crisantemo de Nitobe, Quil Amargo, Wild Sun flower (Cairns, 1996; Nash, 1976) son algunos de los nombres con los que se identifica a *Tithonia diversifolia* ,en el caso del género *Tithonia* ,posee 10 especies en Centroamérica y es comúnmente aceptado que su centro de orígenes América Central o México (Nash, 1976), aunque no se descarta que los de América del Sur. Roig y Mesa (1974) la observaron y clasificaron en Cuba, pero también ha sido reportada en Las Filipinas y Kenia (Wanjau *et al.*,1998), India, Ceilán, sur de México, Guatemala ,El Salvador, Costa Rica, Honduras, Panamá, Colombia y Venezuela (Martínez ,1979; Ríos, 1993) con diversos nombres y usos, incluida la nutrición animal.

5.1.1 Descripción botánica

Pertenece al reino vegetal, división: *spermatophyta*, clase: *dicotiledoneae*, orden: *campanuladas*, familia: *Asteraceae*, género: *Tithonia*, especie: *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Murgueitio, 2009). Es una planta de 1,5 a 4,0 m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, a menudo glabras, hojas alternas, pecioladas con bordes aserrados y pedúnculos que pueden variar de 7 a 20 cm de largo y 4 a 20 cm de ancho, pedúnculos de 4 a 20 cm de largo, presenta 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base, decurrentes en su mayoría en la base del pecíolo, lígulas de amarillas a naranja de 3 a 6 cm de longitud y corolas amarillas de 8 mm de longitud (Nash, 1976).

5.2 *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray una especie forrajera promisoría

La titonia posee un gran volumen radicular, una habilidad especial para recuperar los escasos nutrientes del suelo y un amplio rango de adaptación; de

acuerdo con las informaciones brindadas por Murgueitio *et al.* (1999) la especie en cuestión se manifiesta con gran plasticidad ecológica, puede soportar la poda a nivel del suelo, así como la quema (Wanjau *et al.*, 1998).

Además, tiene un rápido crecimiento y baja demanda de insumos para su cultivo (Ríos, 1998).

Es una especie con buena capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, lo que depende de la densidad de siembra, de los suelos y del estado vegetativo; Ríos (1998) obtuvo un rendimiento de 35 t/ha a los 60 días de sembrada.

En bancos de proteína de alta densidad, Ramírez *et al.* (2006) obtuvieron una producción de forraje de 5 t de MS/ha/corte. Por su parte Ríos y Salazar (1995) al evaluar la producción de la especie bajo diferentes densidades de siembra y alturas de corte, obtuvieron un rendimiento considerable de biomasa fresca (46-82t/ha). También se ha comprobado la factibilidad de asociarla con otras especies arbóreas y gramíneas (Canul *et al.*, 2006; Chay, 2006). Acorde con lo reportado por Navarro y Rodríguez (1990) y Mahecha y Rosales (2005), en términos generales, el follaje de titonia se caracteriza por un alto contenido de nitrógeno total, una alta proporción de nitrógeno de naturaleza aminoacídica, un alto contenido de fósforo y una rápida degradabilidad y fermentación a nivel ruminal, así como un bajo contenido de fibra y de compuestos del metabolismo secundario.

Estos resultados, analizados de forma comparativa con los de las especies forrajeras de amplio uso en rumiantes, como *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* (Iglesias, 2003; Pedraza, 1994), muestran la viabilidad de su uso tanto en monogástricos como en rumiantes.

Menut *et al.* (1992) informaron las características de las sustancias presentes en el follaje de algunas Asteraceas, entre las cuales se incluye la titonia y constataron determinaciones estructurales de compuestos biológicamente activos presentes en la biomasa de la especie, que no perjudican al animal, además, empíricamente no se han observado problemas relacionados con toxicidad aguda ni efectos fisiológicos adversos en los animales alimentados con dietas experimentales basadas en esta arbustiva (Ríos, 1997; Lauser *et al.*, 2006). En otros estudios realizados por Lamanty *et al.* (1991) no existieron valores cuantificables de sustancias fitotóxicas para los animales.

También Rodríguez y Navarro citados por Rodríguez (1990) informaron que el ganado, las cabras, las ovejas, los cuyes y los conejos consumen bien este forraje sin necesidad de ser troceado, hasta un diámetro de tallo de 1,0 a 1,5 cm, especialmente cuando se suministra tierno (alrededor de 50 días de edad), época en la cual presenta un buen valor nutricional, puede ser empleada como fuente proteica en pastoreo o como forraje para los rumiantes y los monogástricos y suministrarse presecada o molida en forma de harina o pienso (Cino *et al*; 2012); además, es posible almacenarla por períodos relativamente largos.

Es un recurso que tiene gran aceptación, a diferencia de otros cultivos que han sido más estudiados y recomendados. Sin dudas, es una nueva opción de alimento que puede ser empleada para paliar la carencia alimentaria, sobre todo en los países del trópico con insuficientes insumos y recursos.

La planta arbustiva *T. diversifolia* es una especie capaz de adaptarse a las más diversas condiciones. Su necesidad, valor nutricional y composición bromatológica, la poca exigencia a labores fitotécnicas y los elevado rendimientos de biomasa, la cual puede ser consumida por diversas categorías de animales, la hacen prácticamente un recurso fitogenético excepcional (Pérez *et al.*, 2009 y Lezcano, 2013).

5.2.1 Características nutricionales

Navarro y Rodríguez (1990) realizaron análisis bromatológicos de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray en cinco estados de desarrollo, después de un corte de uniformización a nivel del suelo: 1. Crecimiento avanzado (30 días después del corte), 2. Prefloración (50 días), 3. Floración media (60 días), 4. Floración completa (74 días) y 5. Pasada la floración (89 días).

La tabla I.1 muestra el análisis proximal, nutrientes digestibles totales y minerales de la materia seca de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, de acuerdo a su estado vegetativo (%). Se encontraron diferencias altamente significativas para el porcentaje de proteína en los diferentes estados de desarrollo de la planta. Esta información junto con la de producción de biomasa comestible y capacidad de recuperación de la planta en cortes sucesivos, es importante para determinar frecuencias de corte más adecuadas si el propósito es obtener forraje con nivel de proteína entre 18 y más del 20%.

Tabla 1. Análisis bromatológico proximal de *T. diversifolia* en función de su estado vegetativo.

Características bromatológicas	Estado vegetativo				
	1	2	3	4	5
Materia seca	14,10	17,22	17,25	17,75	23,25
Proteína cruda	28,51	27,48	22,00	20,20	14,84
Fibra cruda	3,83	2,50	1,63	3,30	2,70
Extracto etéreo	1,93	2,27	2,39	2,26	2,43
Cenizas	15,66	15,05	12,72	12,70	9,42
Extracto no nitrogenado	50,00	52,70	61,40	61,50	65,60
NDT	48,00	46,80	46,00	46,00	45,00
Calcio	2,30	2,14	2,47	2,40	1,96
Fósforo	0,38	0,35	0,36	0,36	0,32
Magnesio	0,05	0,05	0,07	0,06	0,06

Tomado de: Navarro y Rodríguez (1990).

Por otro lado al comparar el valor promedio de proteína cruda encontrado por Navarro y Rodríguez (1990) en *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, con los encontrados por Rosales (1996), para las especies arbóreas más utilizadas para la alimentación de rumiantes en Colombia, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp (14,7%), *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (22,2%) y *Erythrina poeppigiana* (21,4%). En este mismo sentido en una evaluación de efecto de la altura y frecuencia de corte en la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia diversifolia*, se constataron valores de proteína de 24,16% para 20 cm y 26,35% para 30 días (Lugo *et al.*; 2012) por lo que podría considerarse

que su contenido de proteína, se encuentra en un rango alto dentro de las especies forrajeras utilizadas para alimentación de rumiantes.

5.2.2 Usos en la alimentación animal

Tithonia diversifolia (Hemsl.) Grayes apreciada por los apicultores como fuente de néctar en zonas cafeteras de Colombia, aunque cumple también con las funciones de cortinas rompe vientos y protección de apiario, algunos agricultores esparcen hojas de esta planta en los estanques para ser consumida por tilapias. Adicionalmente en Indonesia y Filipinas se han realizado ensayos con resultados promisorios, al incorporar hojas de esta especie en raciones para alimentación de gallinas (Ríos, 1993).

En Venezuela se utiliza *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray como forraje fresco sin picar. Este se ofrece colgado para el consumo de ovejas y cabras, como parte de una dieta con cogollo de caña y pasto elefante (Solarte, 1994).

Por otra parte en Colombia, se ha observado un excelente consumo por vacas Holstein en ramoneo a 2400 msnm (Murgueitio, 2009).

Solarte (1994) registra también a *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray como parte de la dieta de cerdos en mezcla con otros forrajes como nacedero (*Trichanthera gigantea*), plátano (*Musa sp.*) cidra (*Chayota edulis*) y otros recursos locales. También se ha reportado su uso en fincas campesinas como componente de la dieta de conejos, curíes (*Cavia porcellus*) cerdos, vacas y búfalos (Murgueitio, 2009).

En Indonesia se ha utilizado para ensayos nutricionales con cabras (Premaratne, 1998); la ha utilizado para ensayos nutricionales con búfalos y ovejas en Sri Lanka. Estos mismos autores evaluaron los efectos del tipo y nivel de suplementación forrajera en el consumo voluntario, digestión, síntesis de proteína microbial y crecimiento de ovejas alimentadas con una dieta basal de paja de arroz y yuca.

Se utiliza también como especie ornamental, como abono verde en cultivos, y en parcelas de producción agrícola con alta diversidad para atraer insectos benéficos (Ríos, 1997); en estudios reportados por Murgueitio, (2009), se informa su papel en el control de la hormiga cortadera (*Atta cephalotes*), con una disminución de las colonias.

5.3 El sistema de lechería intensivo

Los sistemas lecheros en el mundo se basan en la cosecha (manual o mecánica) de leche de las vacas, originalmente destinada por la naturaleza para la alimentación de las crías, para usarla (como leche cruda o transformada en productos lácteos) en la alimentación del ser humano (González, 2013).

Para una producción exitosa de leche es necesario que se combinen dos funciones en el animal; la reproducción y la lactancia. Para que una vaca inicie la síntesis de leche (en la glándula mamaria), debe estar próxima al parto; una serie de interacciones hormonales exigen un parto para que la lactancia ocurra plenamente. Por ello el comportamiento reproductivo en el ganado lechero es importante, no solo para producir más animales, sino para poder producir la leche.

Para lograr ordeños exitosos, algunas vacas requieren de la presencia del ternero, que, a través del estímulo del amamantamiento, permite cosechar la leche; otras vacas sí pueden ser ordeñadas sin la presencia del ternero. La necesidad de ordeñar con o sin él ternero, diferencia los sistemas de lechería especializada de los llamados de “doble propósito”.

5.3.1 Uso de la tierra en el sistema intensivo

El aspecto que más define que un sistema sea intensivo, es la cantidad de animales que se tienen por unidad de superficie. La tierra es el recurso de mayor costo de los sistemas a la cual se le saca el mayor provecho posible.

La principal limitante para aumentar la carga animal (número de animales por hectárea) es la disponibilidad de pastos. Los pastos son el principal recurso alimenticio de las fincas y la cantidad presente es lo que define el número de animales que se pueden tener. Para los sistemas lecheros, las vacas en producción deben aumentar su consumo de alimentos de forma significativa; cada animal consume alimentos de acuerdo a sus necesidades (Milera, 2010), y una vaca que es más grande, que debe producir leche para su venta, y nutrientes para el feto que debe tener en su vientre, necesita una mayor y mejor alimentación que, por ejemplo, una ternera de un año, que solo come para satisfacer las necesidades de su crecimiento.

Una finca lechera intensiva bajo las condiciones de Cuba debe tener dos unidades de ganado mayor UGM/ha de pastos; lo que depende de la

disponibilidad de forrajes y de su manejo, así como de la alimentación suplementaria que se use (Milera, 2010).

5.3.2 El sistema lechero sostenible rentable y en armonía con el medio ambiente

Un sistema lechero intensivo que opera en armonía con el ambiente debe tener las siguientes características:

a. Cuidar el recurso suelo: debe evitarse tener suelo desnudo, característico de zonas donde el pasto se ha degradado, o por pastoreo en zonas de mucha pendiente (más de 50%). El suelo desnudo es susceptible a erosión, lo que disminuye la producción forrajera y con ella la producción animal.

b. Cuidar el recurso agua: las nacientes, quebradas y ríos deben protegerse con vegetación densa, que ayude a la conservación de agua (cantidad y calidad). Los animales nunca deben consumir agua directamente de las fuentes naturales (construir sistemas de captación, distribución y abrevaderos apropiados). En la mayoría de las fincas existen además amplias posibilidades de coleccionar agua de lluvia, que ahorra agua de las fuentes naturales y es una fuente muy barata de agua para lavado, consumo animal y riego.

c. Estimular la presencia de árboles en potreros y cercas: los árboles cumplen muchas funciones en las fincas ganaderas y por ello deben estar presentes en los potreros (árboles aislados) y en las cercas. Ofrecen alimentos y sombra para el ganado, son soporte para cercas vivas, contribuyen al reciclaje de nutrientes, algunos fijan nitrógeno al suelo, contribuyen a la biodiversidad de las fincas y pueden ser una fuente extra de ingresos para el productor (madera, frutos, servicios ambientales). Son además fundamentales en el balance de carbono de las fincas ganaderas.

e. Tener un cuidadoso manejo de excretas. Las fincas lecheras tienden a acumular excretas en la sala de ordeño, en las áreas de suplementación y descanso, y en los pastizales, debido a que usualmente se tienen cargas de animales elevadas. El paso más simple de manejo de excretas es la distribución de las deyecciones que quedan luego del pastoreo ello contribuye a mejorar la fertilidad del suelo y evita los a cúmulos de excretas que en el pastoreo siguiente afectan negativamente el consumo del pasto que allí crece. Adicionalmente deben tenerse métodos de recolección, procesamiento y

almacenamiento de las excretas acumuladas en las instalaciones; esto se puede convertir en un recurso útil como fertilizante o combustible en los sistemas, pero si no se tratan, son un contaminante de aire, el agua y los suelos (De Alba, 2011).

5.4 La sanidad, la mejora genética y la alimentación

La lechería tropical busca obtener la mayor cantidad de leche producida por unidad de superficie. Se busca tener altas cargas animales, pero además se deben combinar tres aspectos íntimamente relacionados:

- a. Tener buenos animales, con potencial genético para reproducirse y producir leche.
- b. Esos animales deben estar sanos, de manera que su potencial de producción se manifieste.
- c. Que esos buenos animales sanos tengan acceso a una alimentación que les permita reproducirse y producir altas cantidades de leche.

Un sistema lechero bien “manejado” opera con buenos animales (calidad genética que les permita producir en el ambiente donde se ubica el sistema), con bovinos sanos (libres de problemas sanitarios que les impidan manifestar su potencial genético para producir) (Vargas, 2016), los que al mismo tiempo, deben ser alimentados de manera que obtengan todos los “nutrientes” que requieren. La toma de decisiones en la selección de los animales, en la prevención y control de los retos sanitarios y en la producción (y/o compra) de los alimentos requeridos (Pérez, 2012), es lo que se conoce como el manejo del sistema lechero.

5.5 La alimentación en la lechería intensiva sostenible

Todos los seres vivos deben alimentarse para vivir y cumplir con las actividades propias de cada especie. En el caso de los sistemas lecheros las vacas requieren “nutrientes”(sustancias que el cuerpo necesita para funcionar) para mantenimiento (funcionamiento de órganos), para actividad física (desplazarse en los potreros), para crecimiento (en animales que no han alcanzado su tamaño adulto), para reproducción (vacas y toros), pero sobre todo para lactancia, que es la función más importante y demandante (De Alba, 2011).

Los nutrientes más importantes son el agua, las proteínas, las fuentes de energía (principalmente carbohidratos de plantas, como el almidón, la celulosa y las hemicelulosas) y los minerales. Las vitaminas también son nutrientes importantes, pero en los rumiantes en pastoreo no son tan relevantes (Elizondo, 2016), debido a su abundancia en los pastos verdes y a que varias de ellas son “producidas” por los microorganismos presentes en el rumen.

En síntesis, los alimentos contienen nutrientes, que le permiten al rebaño lechero mantenerse, tener actividad, reproducirse (más terneros), producir leche (para las crías y para la venta) y crecer (más kilogramos por cada animal) (Vargas, 2012). El principal alimento utilizado en la ganadería bovina son las gramíneas para pastoreo (de piso), que el animal cosecha por sí mismo en fresco. Este es sin duda el alimento más barato, y el método de cosecha más efectivo se usan los suplementos minerales, incluyendo la sal común. Existen otras plantas forrajeras que se usan como son las leguminosas y las arbustivas no leguminosas. Algunos productores almacenan forrajes como heno (conservación por secado) o como ensilado (conservación por fermentación láctica).

5.6 Los suplementos forrajeros

Además de las gramíneas para pastoreo se deben establecer en los sistemas ganaderos áreas para producción adicional de forraje, que permiten ofrecerles a los animales una mejor alimentación, sobre todo en épocas en las que el pastoreo se dificulta, principalmente durante los períodos de escasez. Este forraje adicional puede ofrecérseles fresco a los animales (Bancos Forrajeros) o conservarse para usarlo posteriormente (Forrajes Conservados). Normalmente se manejan con mayor tecnología respecto a los pastos (Pérez, 2017).

Los suplementos forrajeros se convierten en el alimento más importante en los sistemas en que no se pastorea, como son los estabulados (o confinados) que se dan en lecherías y engorde intensivo. Estos forrajes de corte y acarreo utilizados en grandes cantidades exigen mecanización (Pérez, 2017).

5.6.1 Los bancos forrajeros

Los bancos forrajeros son parcelas que se siembran para usarse como suplementos fibrosos para el ganado. Pueden cortarse, picarse y ofrecerse a los animales en comederos (sistemas de corte y acarreo) o, en algunos casos, también en sistemas de pastoreo/ramoneo. Normalmente se combinan con el pastoreo, pero existen sistemas en los que toda la alimentación se basa en el uso de los bancos forrajeros. Dependiendo del tipo de especie que se use, deben complementarse con otros alimentos, de manera que los animales reciban todos los nutrientes que requieren. Por ejemplo, si se usa caña de azúcar, que es baja en proteína, debe combinarse con otros suplementos que aporten la proteína faltante (Arronis , 2014).

Tabla 2. Tipos de bancos forrajeros y sus características.

Tipos de bancos forrajeros	Especie	Principales características
Arbustivas no leguminosas de corte	Morera Botón de Oro Nacedero	Alto valor nutritivo, alta proporción de hojas pueden fertilizarse con (compost y excretas para lograr altos crecimientos.
Arbustivas de ramoneo	Leucaena Botón de Oro	Su estructura (tallos fuertes y flexibles) permite que los bovinos los consuman directamente, disminuyendo costos por mano de obra.

5.7 La producción de leche

La producción de leche tiene un índice de heredabilidad de alrededor de 30-35 por ciento; ello implica que la variación de la característica se debe ,en ese valor, a la herencia y el 65-70 por ciento restante a efectos ambientales, en el cual la alimentación es el más impactante. Se considera un valor de heredabilidad moderado, que debe tomarse muy en cuenta debido a su impacto económico. Por ello la mejora genética en ganado de leche ha sido muy exitosa; se ha hecho selección por una característica que se hereda (aunque moderadamente) en muchos animales durante muchos años. En los países desarrollados, la producción de leche por vaca se ha duplicado en los

últimos 40 años, y se tienen muchas vacas con producciones de más de 20 mil kg por lactancia (Vargas, 2016).

Los componentes de la leche (grasa, proteínas y lactosa) expresada en porcentaje, tiene índices de herencia todavía más elevados (40-60 %), de manera dado que los sistemas lecheros de Cuba están basados en el pastoreo, cobra relevancia la expresión de la producción de leche por unidad de superficie (Oltencu, 2010).

No solo debe medirse la producción individual de leche, sino asociar esta información con las áreas de pastoreo, de manera que se tenga una medida de productividad total del sistema (Elizondo, 2016).

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1 Condiciones experimentales generales

6.1.1 Sitio del experimento

El estudio se realizó en las vaquerías 65 y 66 pertenecientes a la Empresa Pecuaria Genética de Matanzas que está situada en el Consejo Popular Triunvirato municipio limonar, provincia Matanzas, Cuba, a los 22° 48'7" de latitud Norte y 81° 2' de longitud Oeste, a 19 (msnm).

6.1.2 Suelo

El sistema en estudio se encuentra establecido sobre un suelo Pardo con carbonato, de arcilla del tipo 2:1 ligeramente compactado con presencia de carbonatos, con pendiente del 5-7%, medianamente plástico y no presenta zonas de encharcamiento y posee un pH neutro a ligeramente alcalino de 7 a 8 unidades, según lo descrito por Hernández *et al.* (1999). Las muestras fueron evaluadas en la Estación Provincial de Suelos de Matanzas.

Tabla 3. Resultados de los estudios de suelo en el área experimental.

Suelo	pH	Suma de catio nes	Humus	C _a ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	C mol. Kg ⁻¹ %	
Pardo carbonato	con 7,2	52,0	3,2	43,4	5,5	1,2	1,9		

6.1.3 Clima

Las investigaciones se desarrollaron en la zona occidental de Cuba, donde el clima se caracteriza por dos períodos bien definidos: uno lluvioso de mayo a octubre, donde cae el 70-80% de las lluvias; y otro seco, de noviembre a abril. La precipitación media anual es de 1 142mm. La temperatura promedio es de 24,58 °C, con una humedad relativa promedio de de 85,91% durante el día y 80-90% durante la noche.

Los datos climáticos (Figuras 1, 2 y 3) del período experimental fueron tomados de la Estación Meteorológica de Jovellanos que es la más cercana a las áreas experimentales.

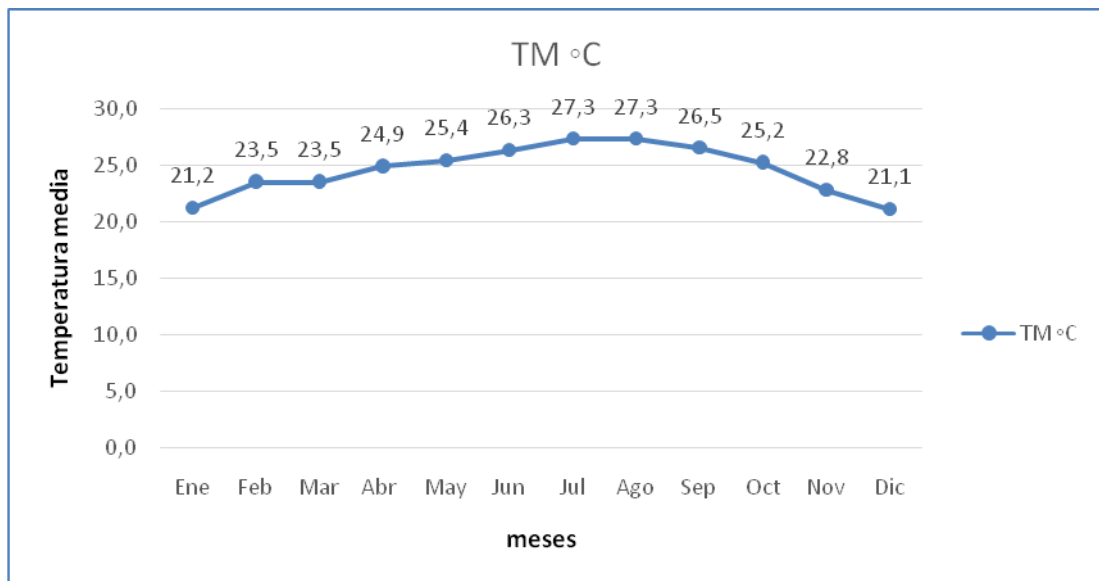


Figura 1. Comportamiento de la temperatura del aire durante el período experimental, año 2018.

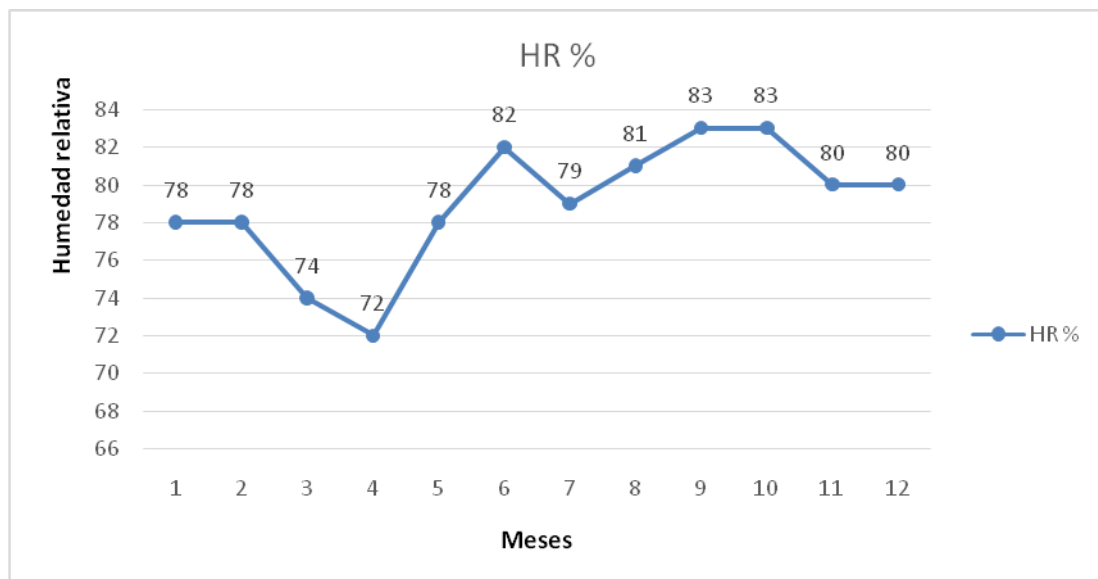


Figura 2. Comportamiento de la humedad relativa durante el período experimental, año 2018.

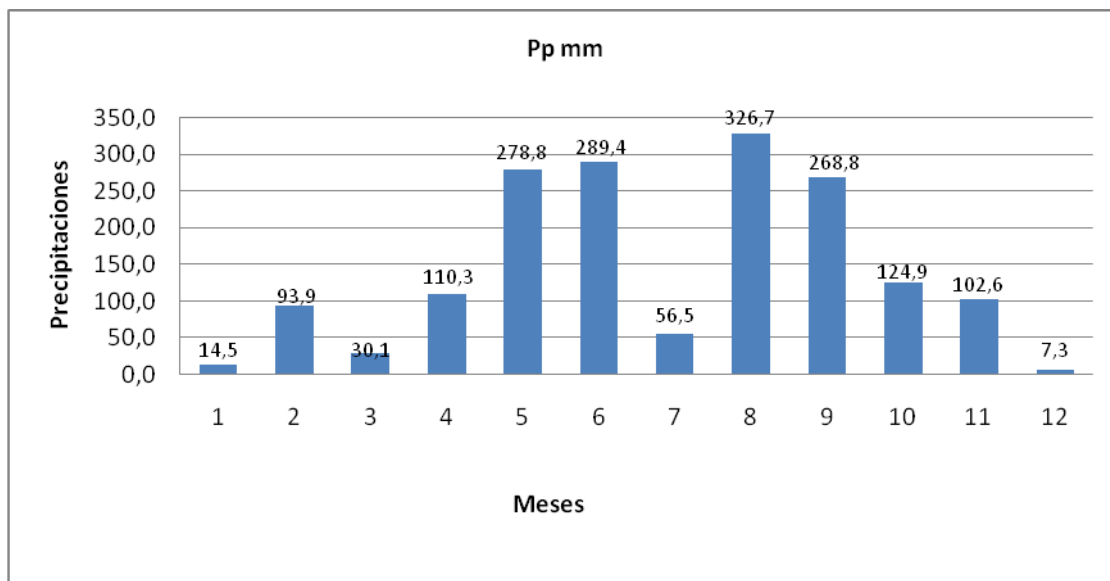


Figura 3. Comportamiento de las precipitaciones durante el período experimental, año 2018.

6.2 Caracterización bromatológica y fitoquímica de la especie *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en el período lluvioso y el poco lluvioso.

Las mediciones bromatológicas y fitoquímicas se realizaron en una plantación de *T. diversifolia* que tenía un año de establecida, con un área total de 738,25 m², compuesta por 960 plantas, sembradas a 1,0 m entre plantas y 1,30 m entre surcos.

Previamente al inicio de cada período se hizo un corte de homogenización, a una altura de 50 cm sobre el nivel del suelo. Se realizaron tres cortes para cada uno de los momentos del ciclo fisiológico de la planta.

Las muestras se colectaron de forma manual. El material vegetal evaluado fue la fracción comestible de *T. diversifolia*, a partir de diez plantas seleccionadas al azar en las áreas evaluadas, después de eliminar el efecto de borde, se tomaron diez muestras de cada fracción -cada una con un peso aproximado de 300g-, las que se trasladaron al laboratorio de análisis químico del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) y allí fueron secadas, envasadas y procesadas. La planta se cosechó cuando alcanzó entre 30 y 60 días de edad para lograr un rendimiento de 11t/MS/ha.

Las investigaciones concernientes se desarrollaron durante el año 2018 y se consideraron las épocas lluviosa y poco lluviosa.

6.2.1 Mediciones experimentales

Se evaluó la composición bromatológica de cada fracción comestible, a partir de la determinación de la materia seca (MS), la proteína bruta (PB), la fibra bruta (FB), el calcio (Ca), el magnesio (mg) y la ceniza, según la metodología de la AOAC (1995).

Para la caracterización cualitativa y semi cuantitativa de los metabolitos secundarios se utilizó el tamizaje fitoquímico de Rondina y Coussio (1969), modificado por Alfonso *et al.* (2000), y basado en el fraccionamiento de un extracto metanólico inicial de las partes de la planta, que se obtuvo por maceración durante 24 horas y por reflujo durante dos horas. Sobre las fracciones obtenidas, se realizaron reacciones de coloración y/o precipitación con diferentes agentes cromóforos específicos o selectivos, para los siguientes grupos funcionales: aminos primarios y secundarios, fenoles, taninos, triterpenos y/o esteroides, glicósidos cardiotónicos, alcaloides, flavonoides, leucoantocianidinas y saponinas (Tabla 4).

Tabla 4. Reacciones específica o selectiva para los grupos químicos funcionales.

Metabolito	Ensayo	Solución control
Fenoles libres	FeCl ₃ 1-10%	Fenol 1%
Taninos	Gelatina 1%	Ácido tánico 1%
Aminos primarios y secundarios	Ninhidrina 0,2%	L- Ácido aspártico 1%
Triterpenos y/o esteroides	Lieberman	Colesterol 2%
Flavonoides	Shinoda	Quercetina 2%
Leucoantocianidinas	Roseheim	D(+) Catequina 1%
Glicósidos cardiotónicos	Kedde	Digitalis 2%
Saponinas	Prueba de espuma	Espuma
Alcaloides	Dragendorff	Efedrina 2%

En el análisis cualitativo se utilizó el sistema de cruces (Tabla 5) y se especificó la presencia o ausencia de los metabolitos secundarios en las muestras, según el criterio de García (2003) y Lezcano (2013). Previamente, se utilizaron soluciones de compuestos patrones para el control de los reactivos.

Tabla 5. Clave de clasificación de metabolitos secundarios

Presencia cuantiosa	+++
Presencia notable	++
Presencia leve	+
Ausencia	-

6.2.2 Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza a través del paquete estadístico SSPS versión 15.0 para Windows. Las medias se compararon mediante la dócima de comparación de rangos múltiples de Duncan, para un nivel de significación de $P < 0,05$ (Steel y Torrie, 1992).

6.3 Efecto de la suplementación con *T. diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Mambí de Cuba en condiciones de pastoreo en el período lluvioso y el poco lluvioso.

6.3.1 Animales

Se usaron animales de la raza Mambí de Cuba, de la categoría vaca, con homogeneidad en cuanto a peso vivo (490 Kg), lactancias (dos) y partos (dos). El manejo zootécnico se efectuó según lo establecido por el Instituto de Medicina Veterinaria (IMV) para el manejo y la alimentación de la vaca lechera.

6.3.2 Determinaciones

- Producción de leche/vaca en ordeño. Leche que produce una vaca en cada ordeño diario expresado en L/vaca.
- Producción de leche/vaca total. Promedio de producción de leche de todas las vacas en ordeño entre los días de cada mes.

6.3.3 Diseño experimental

Se seleccionaron 40bovinos de la categoría vaca, 20 para el tratamiento experimental y 20 para el tratamiento control en ambas épocas; los

tratamientos pastorearan en la misma área, el manejo del pastizal similar en ambos períodos; la rotación en dependencia de la época y el reposo de los cuartones (30 días el PLL y 60 en el PPLL), el tipo de pastoreo empleado fue el rotacional racional y se estimó la carga sobre el área dedicada al pastoreo en base a 2 UGM/ha. Periódicamente se realizaron balances alimentarios para corregir cualquier déficit nutricional que se presentara.

Los 15 días previos al inicio de las evaluaciones se consideraron como período de adaptación para la inclusión del forraje de *T. diversifolia* en los animales en experimentación.

6.3.4 Tratamientos

A- tratamiento experimental: forraje de *T. diversifolia* + CT-169 + sales minerales. PLL

B- tratamiento control: concentrado comercial de vacas (-según el cálculo del balance alimentario kg/animal/día) + CT-169 + sales minerales. PLL

A- tratamiento experimental: forraje de *T. diversifolia* + CT-169 + sales minerales. PPLL

B- tratamiento control: concentrado comercial de vacas (-según el cálculo del balance alimentario kg/animal/día) + CT-169 + sales minerales. PPLL

El diseño experimental será completamente aleatorizado, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones (dos en cada época). Se realizaron 20 repeticiones por tratamiento y cada vaca constituye una unidad experimental.

6.3.5 Análisis estadístico

Para comprobar el efecto de la suplementación con *T. diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Mambí, en ambas vaquerías, se comparó la producción diaria de leche por vacas (L) a través de un análisis de varianza simple y la prueba de múltiples rangos Duncan (1955) para lo cual se utilizó el software estadístico Statgraphic plus, versión 5.0.

7. RESULTADOS y DISCUSIÓN

7.1 Caracterización bromatológica de algunos componentes del valor nutritivo de *T. diversifolia* en dos etapas del ciclo fisiológico. Período lluvioso y período poco lluvioso.

Las tablas (6 y 7) muestran la calidad nutritiva del follaje de la especie en la fracción comestible hoja + tallo tierno que es, desde el punto de vista práctico el que más se utiliza por los animales.

Se observó que cuenta con valores apreciables de proteína bruta (PB), (20,1 % y 19,03%) y Cenizas (Cz), (13,77% y 12,51%), valores que variaron en dependencia del estado vegetativo de la planta.

Según Navarro y Rodríguez (1990), a la edad de 30 días, estado de crecimiento avanzado, se encuentran los valores más notables de proteína cuando estudiaron este indicador en cinco estados de desarrollo de la planta a partir de (hojas, pecíolos, flores y tallos hasta 1,5 cm de diámetro), el cual varió entre 14,84 y 28,75%.

En este mismo sentido, La O *et al.* (2010), plantearon que las etapas desde 30 hasta 60 días son las más adecuadas para cosecharla debido a su valor nutricional, aseveran que el follaje puede ser utilizado en ambas épocas y que la planta puede asociarse con otras especies de arbóreas y gramíneas, lo cual incrementa el valor proteico de la dieta, aspectos que coinciden con los resultados de la investigación.

Se puede considerar que el contenido de proteína de esta especie se encuentra en un rango superior Lugo *et al.* (2012), en relación con otras las forrajeras utilizadas para la alimentación de los rumiantes y es similar al de otras especies arbóreas como *G. sepium* (14,7%), *L. leucocephala* (22,2%) y *E. poeppigiana* (21,4%) (Murgueitio *et al.*, 2009b).

Tabla 6. Caracterización bromatológica de algunos componentes del valor nutritivo de *T. diversifolia* en dos etapas del ciclo fisiológico. Período lluvioso.

Componente bromatológico	Días	Fracción comestible			ES ±
		H	TT	H+TT	
Materia seca	30	10,65 ^{ab}	6,41 ^d	8,57 ^c	0,61 ^{***}
	60	11,82 ^a	7,90 ^c	10,13 ^b	
Proteína bruta	30	29,79 ^a	19,36 ^{bc}	22,17 ^b	2,03 ^{***}
	60	17,27 ^c	21,39 ^{bc}	21,93 ^b	
Fibra bruta	30	3,16 ^c	3,95 ^b	3,99 ^b	1,31 ^{***}
	60	3,07 ^c	5,29 ^a	4,37 ^b	
Ceniza	30	16,32 ^a	11,62 ^b	12,66 ^b	0,0 ^{***}
	60	17,20 ^a	11,27 ^b	13,32 ^b	
Calcio	30	2,51 ^a	1,46 ^c	2,04 ^b	0,21 ^{***}
	60	2,85 ^a	1,61 ^{bc}	1,99 ^b	
Magnesio	30	0,094 ^a	0,049 ^{bc}	0,065 ^b	0,12 ^{***}
	60	0,037 ^c	0,065 ^d	0,066 ^b	

Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) para cada indicador bromatológico evaluado. *** $P < 0,001$

Los elevados contenidos de cenizas hallados resultan beneficiosos para lograr los procesos fisiológicos de la planta, los que coincidieron con los informados por Pérez *et al.* (2009) y Lezcano (2013); los cuales informaron que algunos miembros de la familia Asteraceae almacenan en su follaje cantidades

significativas de sales inorgánicas, aspecto que las diferencia de otras plantas forrajeras.

Tabla. 7 Caracterización bromatológica de algunos componentes del valor nutritivo de *T. diversifolia* en dos etapas del ciclo fisiológico. Período poco lluvioso.

Componente bromatológico	Días	Fracción comestible			ES ±
		H	TT	H+TT	
Materia seca	30	11,45 ^{bc}	10,46 ^c	7,57 ^d	0,83***
	60	14,66 ^a	10,86 ^c	12,78 ^b	
Proteína bruta	30	28,67 ^a	11,04 ^c	20,1 ^b	1,31***
	60	17,71 ^b	13,45 ^c	19,03 ^b	
Fibra bruta	30	4,0 ^b	5,03 ^{ab}	5,22 ^a	0,49***
	60	4,78 ^{ab}	5,27 ^a	4,78 ^{ab}	
Ceniza	30	20,59 ^a	12,71 ^c	13,77 ^c	0,74***
	60	16,59 ^b	9,95 ^d	12,51 ^c	
Calcio	30	2,98 ^b	1,28 ^d	1,99 ^c	0,35***
	60	4,16 ^a	2,97 ^b	3,17 ^b	
Magnesio	30	0,210 ^a	0,047 ^c	0,062 ^b	0,05***
	60	0,061 ^b	0,034 ^d	0,063 ^b	

Valores con superíndices diferentes difieren a $P < 0,05$ (Duncan, 1955) para cada indicador bromatológico evaluado. *** $P < 0,001$

Es significativo señalar que esta planta posee bajos contenidos de fibra, aspecto que puede estar asociado al número de hojas jóvenes (Milera *et al.*, 2010).

Por otra parte, Mahecha *et al.* (2007) hallaron valores similares y señalaron que a medida que aumenta la edad disminuyen los porcentajes de proteína y se incrementan los de fibra bruta. Por lo que al ser una planta rica en proteína y escasa en fibra se le atribuye una alta digestibilidad como forrajera (Galindo, 2009) y puede ser utilizada de manera eficiente en las especies de animales monogástricas (Pérez *et al.*, 2009 y Ruíz *et al.*, 2012)

En cuanto al calcio (Tablas 6 y 7), los valores fluctuaron entre 1,46-2,85% (para el PLL) y 1,28-4,16% (para el PPLL); el valor más alto se encontró en este último período para las hojas a los 60 días, que mostraron diferencias significativas con respecto al resto de las partes comestibles.

Los valores obtenidos fueron superiores a los reportados por Navarro y Rodríguez (1990) y Crespo *et al.* (2012), pero inferiores a los de Olabode *et al.* (2007). Estos autores refieren que a medida que se incrementa el estado vegetativo, disminuye el valor de calcio en la planta. Sin embargo, los porcentajes encontrados son muy superiores a los de las gramíneas (Mahecha *et al.*, 2007).

Los valores de Mg (Tablas 6 y 7) oscilaron desde 0,037 hasta 0,094%. A los 30 días en las hojas mostraron el valor más elevado en ambos períodos. Wanjau *et al.* (1998) y Mahecha *et al.* (2007) obtuvieron resultados similares, sin embargo, todos los resultados difirieron de Crespo *et al.* (2012) quienes reportaron valores superiores de hasta 1,2%, los autores constataron que la variabilidad en este indicador bromatológico está relacionada con la densidad de siembra, el tipo de suelo y el estado vegetativo de la planta.

El follaje de *T. diversifolia* presentó variaciones en su calidad nutritiva, en los dos momentos de su ciclo fisiológico evaluados. Sin embargo, en ambos se presentan valores significativos de PB y FB en las fracciones comestibles, tanto en el PLL como en el PPLL. Integralmente la fracción hoja más tallo tierno alcanzó los mejores valores en los indicadores medidos, lo que hace que la planta forrajera pueda considerarse de alto valor proteico, que puede ser utilizada en ambas épocas porque los beneficios van a ser similares (Lezcano, 2013 y Mc Donald, 2014).

7.2 Caracterización fitoquímica de *T. diversifolia*

En las (Tablas 8 y 9) se aprecia la presencia de metabolitos en todas las partes de la planta especialmente en la fracción comestible hoja más tallo tierno. Los grupos encontrados frente a los ensayos del tamizaje fitoquímico fueron: los aminos primarios y secundarios, los fenoles libres, los taninos, los triterpenos esteroides y los alcaloides; mientras que los glicósidos cardiotónicos, los flavonoides, la leucoantocianidina y las saponinas no se detectaron en los ensayos realizados, en ambos períodos.

Tabla 8. Caracterización fitoquímica de *T. diversifolia* en el período lluvioso.

Edad de corte	Parte de la Planta	Aminos **	Fenoles libres	Taninos	Triterpenos / Esteroides	Alcaloides
30 días	Hojas	+	+	-	+	+++
	Tallos	+	+	+	+	+++
	Hojas y tallos	+	+	-	-	+++
60 días	Hojas	+	+	-	+	+++
	Tallos	+	+	+	+	+
	Hojas y tallos	+	+	+	+	+

+++ : Presencia cuantiosa; ++ presencia notable; + presencia leve; - ausencia.

**Aminos (primarios y secundarios)

Entre ellos es importante destacar la presencia de los taninos, los que se detectaron en forma leve resultado que es beneficioso desde el punto de vista nutricional al aumentar la proteína sobre pasante en el rumen, facilitan la digestibilidad y contribuyen a un adecuado funcionamiento digestivo. Por esta razón las forrajeras que contienen taninos y proteínas son excelentes fuentes

suplementarias para la alimentación de rumiantes en el trópico (García *et al.*, 2006, Galindo *et al.*, 2011 y Maina *et al.*, 2012).

Otro aspecto a destacar es la presencia de alcaloides de forma mayoritaria o representativa, este grupo es el de mayor distribución en las forrajeras (Baldizán *et al.*, 2006 y Galindo, 2009), es el elemento que le da la especificidad como especie, le ofrece a la planta un carácter distintivo; los mismos pueden ser utilizados en la síntesis de aminoácidos y como protección de agentes externos como hongos y herbívoros (La O *et al.*, 2010), este resultado coincidió con los informes de Kuroda *et al.* (2007) quién encontró un alcaloide denominado tagitinin.

Otros metabolitos fueron detectados en la investigación como los aminos primarios y secundarios y fenoles que no fueron encontrados por Galindo (2009), en la misma especie así como los triterpenos y/o esteroides que coincidieron con el resultado de Murgueitio *et al.* (2009a), que lo informó en la forrajera.

Existen reportes de la presencia de otros metabolitos secundarios en la fracción comestible de *T. diversifolia* que no fueron detectados en esta investigación, tales como: las cumarinas (posiblemente colinina), los compuestos citotóxicos tagitinin e hispidulin y los flavonoides, a los que se les confiere actividad citotóxica en células leucémicas cancerígenas (Kuroda *et al.*, 2007), los terpenoides, las laptonas y piranos García *et al.* (2008) así como los glicósidos cardiotónicos, leucantocianidina y saponinas.

Tabla 9. Caracterización fitoquímica de *T. diversifolia* en el período poco lluvioso.

Edad de corte	Parte de la Planta	Aminos **	Fenoles libres	Taninos	Triterpenos / Esteroides	Alcaloides
	Hojas	+	+	+	+	++
30 días	Tallos	+	-	-	++	++
	Hojas y tallos	+	+	+	-	++
	Hojas	+	+	+	+	++
60 días	Tallos	+	+	+	+	+
	Hojas y tallos	+	-	+	+	++

+++ : Presencia cuantiosa; ++ presencia notable; + presencia leve; - ausencia.

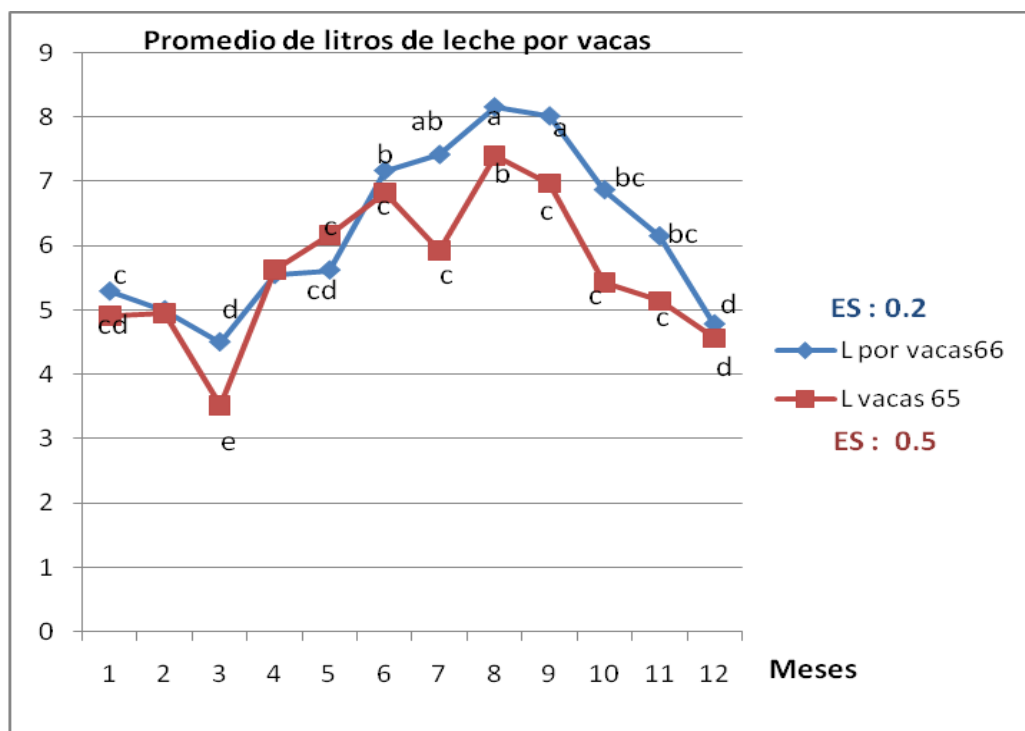
**Aminos (primarios y secundarios)

T. diversifolia, desde el punto de vista bromatológico y fitoquímico se caracterizó por presentar valores significativos de proteína bruta y fibra bruta en la fracción comestible hoja más tallo tierno en los dos períodos estudiados y desde el punto de vista fitoquímico los alcaloides se distinguieron de forma cuantiosa y notable durante los períodos lluvioso y poco lluvioso respectivamente.

7.3 Efecto de la suplementación con *T. diversifolia* en el incremento de la producción de leche en vacas Mambí de Cuba en condiciones de pastoreo en el período lluvioso y el poco lluvioso.

La figura 4, muestra los resultados de la producción de leche para ambos períodos, en la cual como era de esperar existen diferencias significativas entre la vaquería 65 y 66 a favor de la 66 que logró las producciones más altas

de leche al consumir la forrajera en estudio. Los meses de julio, agosto y septiembre correspondientes al período lluvioso fueron los más favorecidos, se evidencia que existe una creciente relación entre los variables litros por vaca y consumo de *tithonia* lo que significa que a medida que aumenta el consumo de la panta aumenta la producción de leche en un 56,21 %.



Letras diferentes indican diferencia entre las medias. ES \pm 0,74 P < 0,05**

Figura 4. Producción promedio de leche por vaca en el PLL y PPLL en las vaquerías 65 y 66

De acuerdo con Gualberto *et al.* (2010), el valor nutritivo y alimenticio de la *Tithonia diversifolia* permite hacer inferencias sobre la potencialidad de este forraje que presenta alta aceptabilidad y altos niveles de proteína, además de la rápida degradabilidad y buen nivel de fermentación ruminal, estas cualidades proporcionan el adecuado balance de la energía y el nitrógeno en el rumen, aspecto que coincide con los hallazgos de Medina *et al.* (2009).

Por otro lado *Tithonia diversifolia*, por su contenido de proteína, carbohidratos solubles (Medina *et al.*, 2009) y la presencia de taninos, podría optimizar la calidad de la leche obtenida al mejorar el paso de ácidos grasos de cadena larga (Fuentes, 2009) y de proteínas que sirven de precursores para algunos

de los componentes de la leche (Hervás *et al.*, 2001 y Mahecha *et al.*, 2007), corroboran que cuando la ofrecieron en el ordeño de la mañana y la tarde lograron incrementos en la producción y calidad de la misma.

Otros autores cuando incluyeron la *Tithonia*, en un 35% inclusión en la dieta que coincide con el estudio realizado, no encontraron diferencias entre la producción de leche y la calidad de la misma lo que demuestra las bondades de la planta y la gran estabilidad productiva que se obtiene entre las diferentes épocas climáticas, lo que indica la viabilidad de su uso para la sostenibilidad productiva de los sistemas (Gallego-Castro *et al.*, 2014). La relevancia de la planta radica en los nutrientes que posee y en la presencia de los taninos lo que deriva en una mejoría en la alimentación e implica mayor eficiencia en el uso de los mismos en la dieta.

Los productores la reconocen como una planta con un importante valor nutricional, principalmente por su capacidad para la acumulación de nitrógeno (Medina *et al.*, 2009; Verdecia *et al.*, 2011) características que dejan al botón de oro en condiciones nutricionales similares a las de otras plantas arbustivas destinadas a la producción forrajera entre las que se pueden mencionar la (*Trichanthera gigantea*), (*Malvaviscus penduliflorus*) y (*Morus alba*), Essiett y Akpan (2013).

Otros autores contrarios al uso de forrajeras alternativas, abogan porque las vacas de mayor producción en las ganaderías especializadas reciban altas cantidades de suplementos de tipo comercial con altos niveles de proteína y carbohidratos lo que significa mayor producción de metano, cambios en los niveles de grasa y proteína en la leche y mayores niveles de nitrógeno ureico (Galvis *et al.*, 2003), lo cual indica un importante desbalance entre la energía y el nitrógeno en el rumen que tributa a malas consecuencias para el medio ambiente.

Diferentes grupos de investigación en el ámbito local y nacional como: Carmona *et al.* (2005), Galindo *et al.* (2011), Mahecha, *et al.* (2002), Mahecha *et al.* (2007), entre otros autores, consideran como alternativa el uso de especies forrajeras arbustivas que influyen positivamente sobre la actividad ruminal (La O *et al.*, 2012) y aumentan el paso de nutrientes hacia el duodeno y el aporte de energía al rumiante, constatan además, que su implementación en sistemas silvopastoriles, tanto en el consumo directo como en el corte y

acarreo puede incrementar las producciones de leche de manera eficiente y con mayor calidad, dado al sinergismo entre las propiedades nutricionales y fitoquímicas, lo que la hace un importante suplemento alimenticio (Murgueitio *et al.*, 2013) y un forraje con buen potencial para la alimentación de vacas lecheras de alta producción (Galindo *et al.*, 2011) y que al mismo tiempo contribuye a mejorar el medio ambiente.

8. CONCLUSIONES

- *Tithonia diversifolia*, desde el punto de vista bromatológico y fitoquímico, se caracterizó por presentar valores significativos de PB y FB en la fracción comestible hoja más tallo tierno en los dos períodos estudiados; y desde el punto de vista fitoquímico los alcaloides se distinguieron en forma cuantiosa y notable durante el PLL y el PPLL respectivamente.
- La suplementación con *T. diversifolia* incrementó la producción de leche en vacas Mambí de Cuba en condiciones de pastoreo en el período lluvioso y el poco lluvioso.

9. RECOMENDACIONES

- Extender la utilización de *Tithonia diversifolia* a todo el país para elevar las producciones de leche.
- Divulgar los resultados de esta investigación en los centros de producción bovina del país y emplearlos en la información complementaria en los programas de estudio de pregrado y posgrado como contribución a la mejor utilización de *T. diversifolia*.
- Determinar la relación costo- beneficio entre la cantidad de leche producida y la cantidad de suplemento consumido.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alfonso M.; Fernández, L.; González, N. y Avilés, R. 2000. La Achira (*Canna dulis* Ker) y su potencialidad en el control de plagas. Ponencia. XII Forum de Ciencia y Técnica. INIFAT. Ciudad de La Habana, Cuba. 11 p.
2. AOAC. 1995. Official methods of analysis. 11th Ed. Association of Official Agricultural Chemistry. Washington, D.C.
3. Arronis, V. 2014. Banco Forrajero de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*). San José, Costa Rica. Boletín INFOAGRO. 6 p.
4. Baldizán, A.; Domínguez, C.; García, D. E.; Chacón, E. y Aguilar, L. 2006. Metabolitos secundarios y patrón de selección de dietas en el bosque deciduo tropical de los llanos centrales venezolanos. Zootecnia Tropical. 24(3): 213-232.
5. Benavides, J. E. 1999. Utilización de la morera en sistemas de producción animal. In: M.O. Sánchez y M. Rosales. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Memorias de la conferencia electrónica. 275-281. Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal. No.143, FAO, Roma.
6. Cairns, M. F. 1996. Study on farmer management of wild sunflowers (*Tithonia diversifolia*). Short communication. ICRAFSE. Asian Regional Research Programme.
7. Canul, J. R.; Escobedo, J. G.; Lara, P. E. & López, M. A. 2006. Influencia de la asociación *Gliricidia sepium* - *Tithonia diversifolia* - *Cynodon lemfuensis* en rendimiento y componentes del forraje. Memorias IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible y III y Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible. Matanzas, Cuba: EEPF Indio Hatuey. (CD).
8. Carmona, J.; Bolívar, D. y Giraldo, L. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Colomb. Cienc. Pecu. 18(1): 49-63.
9. Chay, A.J. 2006. Productividad de *Tithonia diversifolia* intercalado a *Cynodon nlemfuensis* y *Gliricidia sepium* abonado con ovinaza. Resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible y III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p.29.
10. Cino, D. M.; Ruíz, T. E. y Martínez, Y. 2012. Empleo de *Tithonia*

diversifolia como harina de follaje en dietas integrales en alimentación de terneros lactantes: resultados económicos preliminares. En: Alternativas de alimentación no convencional del ganado. II Evento Internacional Agro-desarrollo Varadero. Cuba. p. 46

11. Crespo, G.; Ruiz, T. E. y Fraga, S. 2012. Comportamiento de la descomposición del abono verde de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A Gray en el suelo según la edad de crecimiento y el método de aplicación. Memorias. II Convención Internacional Agro-desarrollo. Varadero, Matanzas, Cuba. p.10.

12. De Alba, J. 2011. El libro de los bovinos criollos de América. Texcoco. Colegio de Posgraduados. 444 p.

13. Elizondo, J. A. 2016. ¿Conoce usted la calidad de la leche que producen las vacas de su finca y los factores que la afectan? Universidad Técnica Nacional Informa al Sector Agropecuario. (75-76): 68-71.

14. Essiett, U. y Akpan, E. 2013. Proximate composition and phyto chemical constituents of *Aspilia africana* (Pers) C. D. Adams and *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray Stems (Asteraceae). Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. 2(4):33-37.

15. Fuentes, M. 2009. Modificación del perfil de ácidos grasos de la leche a través de la manipulación nutricional en vacas lecheras: el papel del rumen. Barcelona. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Producción Animal. Universidad Autónoma de Barcelona.

16. Galindo, J. 2009. Efecto de *Tithonia diversifolia* en la alimentación de rumiantes. En: Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería. EEPF" Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (CD).

17. Galindo, J.; González, N.; Sosa, A.; Ruíz, T.; Torres, V.; Aldana, A.; Díaz, H.; Moreira, O.; Sarduy, L.; y Noda, A. 2011. Efecto de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray (Botón de oro) en la población de protozoos y metanógenos ruminales en condiciones *in vitro*. Cubana de Ciencia Agrícola 45(1): 33-37.

18. Gallego, L.; Mahecha, L. y Arizala, J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. Grupo de investigación en Ciencias Agrarias - GRICA, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. 403 p.

19. Galvis, R.; Correa, H. y Ramírez, N. 2003. Interacciones entre el balance nutricional, los indicadores del metabolismo energético y proteico y las

concentraciones plasmáticas de insulina, e IGF-1 en vacas en lactancia temprana. *Colombiana de Ciencias Pecuarias* 16(3): 237-248.

20. García, D. E. 2003. Evaluación de los principales factores que influyen en la composición fitoquímica de *Morus alba* (Linn.). Matanzas. Tesis en opción al título de Máster en Pastos y Forrajes. EEPF "Indio Hatuey".

21. García, D. E.; Medina, M. G.; Humbría, J.; Domínguez, C.; Baldizán, A.; Covay, L.; Soca, 2006. Composición proximal, niveles de metabolitos secundarios y valor nutritivo del follaje de algunos árboles forrajeros tropicales. *Archivos de Zootecnia*. 55 (212): 373-384

22. García, D. E.; Medina, María Gabriela; Clavero, T.; Cova, L. J.; Baldizán, A. & Domínguez, C. 2008. Preferencia caprina de árboles y arbustos forrajeros en la zona baja de los Andes Trujillanos, Venezuela. *Cient. Fac. Vet. LUZ*. XVIII (2): 68.

23. Gómez, M. E.; Rodríguez, L.; Murgueitio, E.; Rios, C. I.; Rosales, M.; Molina, C. H.; Molina, C. H.; Molina, E. y Molina, J.P. 1997. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica: 39 Matarratón (*Gliricidia sepium*), Nacedero (*Tricantera gigantea*), Pizano (*Eritrina fusca*) y Botón de oro (*Thitonia divesifolia*). CIPAV. Segunda edición aumentada. Cali. Colombia. 144 p.

24. González, C.; Tepper, R. y Ly, J. 2006. An approach to the study of the nutritive value of mulberry leaf and palm oil in growing pigs. *Científica* XVI(1): 67-71.

25. González, J. 2013. Situación Actual y Perspectivas del Sector Lácteo Costarricense: visión de la Cámara Nacional de Productores de Leche. En: XIX Congreso Nacional Lechero. Costa Rica. (CD).

26. Gualberto, R.; Souza, O.; Costa, N.; Braccialli, C. y Gaion, L. 2010. Influência do espaçamento e do estágio de desenvolvimento da planta na produção de biomassa e valor nutricional de *Tithonia diversifolia* (hemsl.) Gray. *Nucleus*. 7(2): 135-149.

27. Hernández, J. A.; Pérez, J. M.; Bosch, D.; Rivero, L.; Camacho, E. y Ruíz, J. 1999. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana, Cuba: AGROINFOR. 64 p.

28. Hervás, G.; Frutos, P. y Mantecón, A. 2001. Protección de suplementos proteicos frente a la degradación ruminal: utilización de taninos [en línea].

Disponible en [http://digital.csic.es/bitstream/10261/5112/1/Herv%C3%A1s%20et%20al_2001%20\(Divulgaci%C3%B3n\).pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/5112/1/Herv%C3%A1s%20et%20al_2001%20(Divulgaci%C3%B3n).pdf) [Consulta: febrero, 17 2019].

29. Iglesias, J. M. 2003. Los sistemas silvopastoriles una alternativa para la crianza de bovinos jóvenes en condiciones de bajos insumos. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. Instituto de Ciencia Animal.

30. Kuroda, M.; Yokosuka, A.; Kobayashi, R.; Jitsuno, M.; Kando, H.; Nosaka, K.; Ishii, H.; Yamori, T y Mimaki, Y. 2007. Sesquiterpenoids and flavonoids from the aerial part of *Tithonia diversifolia* and their cytotoxic activity. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 55(8): 1240-1244.

31. La O, O.; González, H.; Orozco, A.; Valenciaga, D.; Castillo, Y.; Ruíz, O.; Rodríguez, C.; Arbola, C.; Estrada, A.; Ríos, F.; Gutiérrez, E. y Hernández, Y. 2010. Valor nutritivo de diferentes materiales vegetales de *Tithonia diversifolia* de interés para la alimentación de rumiantes. Programa- Resúmenes del V Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. III Congreso de Producción Animal Tropical. ICA. La Habana, Cuba. p: 29

32. La O, O.; González, H.; Orozco, A.; Castillo, Y.; Ruiz, O.; Estrada, A.; Ríos, F.; Gutiérrez, E.; Bernal, H.; Valenciaga, D.; Castro, B. I. y Hernández, Y. 2012. Composición química, degradabilidad ruminal in situ y digestibilidad in vitro de ecotipos de *Tithonia diversifolia* para la alimentación de rumiantes. *Cubana de Ciencia Agrícola*. 46(1): 47-53.

33. Lauser, D.; Rivask, K. y Torres, M. 2006. Evaluar la ganancia diaria de peso en animales de raza cebuina en crecimiento sometidos a una dieta que incluye botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Resúmenes. XIII Congreso Venezolano de Producción en Industria Animal. Universidad Nacional Experimental "Rómulo Gallegos". San Juan de los Morros. Guárico, Venezuela. 280 p.

34. Lamaty, G.; Menut, C., Amvam, P. H.; Kuate, J. R.; Bessière, J. M. and Koudo, J. 1991. Aromatic plants of tropical central Africa. III. Constituent of the essential oil of the leaf of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray from Cameroon *Journal of Essential Oil Research*. 3(6): 399-402.

35. Lezcano, Y. 2013. Propiedades antiparasitarias de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en el tratamiento de estrongídeos gastrointestinales en bovinos jóvenes. Mayabeque. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Veterinarias. CENSA.

36. Lugo, M.; Molina, F.; González, I.; González, J. y Sánchez, E. 2012. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína cruda de *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A. Gray Zootecnia Trop. 30(4): 317-325
37. Mahecha, L.; Gallego, L. A. y Peláez, F. J. 2002. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Colomb. Cienc. Pecu. 15(2): 213-225.
38. Mahecha, L. y Rosales, M. 2005. Valor nutricional del follaje de botón de oro (*Tithonia diversifolia* (Helmsl.) Gray, en la producción animal en el trópico. Livestock Research for Rural Development. 17(9).
39. Mahecha, L.; Escobar, J. P.; Suárez, J. F. y Restrepo, L. F. 2007. *Tithonia diversifolia* (Helmsl.) Gray (botón de oro) como suplemento forrajero de vacas (HolsteinporCebú). *Livestock Research for Rural Development*. 19(2) :1-6.
40. Maina, I.; Abdulrazak, S.; Muleke, C. y Fujihara, T. 2012. Potential nutritive value of various parts of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) as source of feed for ruminants in Kenya. J. Food Agric. Environ. 10(2): 632-635.
41. Martínez, M. 1979. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. 1 220 p.
42. Medina, M. G.; García, D. E.; González, M. E.; Cova, L. J. y Moratinos, 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.
43. Menut, C.; Lamaty G.; Amvam, P. H.; Kuate, J. R. y Bessièrè, J. M. 1992. Aromatic plants of tropical central Africa .IX .Chemical composition of flower essential oils of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray from Cameroon. Journal of Essential Oil Research. 4(6): 651-653.
44. Milera, M., Sánchez, T. y Martin, G. 2010. *Morus* sp. para la alimentación de bovinos en desarrollo (nota técnica). Pastos y Forrajes. 33(1) :1-5.
45. Murgueitio, E.; Rosales, M. y Gómez, M.E. 1999. Agroforestería para la producción animal sostenible. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali, Colombia. 67 p.
46. Murgueitio, E. *et al.* 2009a. Experiencias sobre la utilización de la *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en Colombia y Panamá. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey" Matanzas, Cuba. (CD).

47. Murgueitio, E. *et al.* 2009b. Estado actual y tendencias de los sistemas agroforestales ganaderos en los trópicos. Memorias. VIII Taller Internacional Silvopastoril "Los árboles y arbustos en la ganadería". EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. (CD).
48. Murgueitio, E.; Chará, J.; Solarte, A.; Uribe, F.; Zapata, C. y Rivera, J. 2013. Agroforestería pecuaria y sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad. *Colombiana Ciencias Pecuarias* 26: 313-316.
49. Nash, D. 1976. Flora de Guatemala. En: *Fieldiana: Botany*. Vol.24, Part XII. p. 323-325.
50. Navarro, F. y Rodríguez, E. F. 1990. Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (*Tithonia diversifolia* Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal. Tolima. Tesis en opción al grado científico de Doctor. Universidad del Tolima.
51. Nieves, D. 2006. Forrajes promisorio para la alimentación de conejos en Venezuela. Valor nutricional. Alimentación no convencional para monogástricos en el trópico. Memorias. VIII Encuentro de Nutrición de Animales Monogástricos. Guanare, Venezuela. p. 7.
52. Olabode, O. S.; Ogunyemi S.; Akambi, W. B.; Adesina, G. O. y Babajide, P. A. 2007. Evaluation of *Tithonia diversifolia* (Hemsl. A. Grey) for soil improvement. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3(4): 503-507.
53. Oltenacu, P A.; Broom, D. A. 2010. The impact of genetic selection for increased milk yield on the welfare of dairy cows. *Animal Welfare* 19(5): 39-49.
54. Pedraza, R.M. 1994. Rendimiento, composición química y digestibilidad del follaje de postes vivos de *Gliricidia sepium* diferentes edades de rebrote. *Pastos y Forrajes*. 17(2): 175-181.
55. Pérez, A.; Montejo, I.; Iglesias, J. M.; López, O.; Martín, G. J.; García, D. E.; Milián, I. y Hernández, A. 2009. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray. *Pastos y Forrajes*. 32(1): 1-15.
56. Pérez, E. 2012. Indicadores de Gestión de Sanidad Animal e Inocuidad de Productos Pecuarios en Centroamérica y la República Dominicana. San José, Costa Rica. Proyecto BID/RUTA (RG-T1753). 124 p.
57. Pérez, E. 2017. Estudios de caso de las Fincas de Pipe Pérez y Freddy Carmona. Limón, Costa Rica. De próxima publicación.

58. Premaratne, S.; van Bruchem, J.; Chen, X. B.; Perera, H. G. D. y Oosting S. J. 1998. Effects of type and level of forage supplementation on voluntary intake, digestion, rumen microbial protein synthesis and growth in sheep fed a basal diet of rice straw and cassava. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences*. 11(6): 692-696.
59. Ramírez, U.; Escobedo, J. G.; Lara, P. E. y Chay, A. J. 2006. Productividad agronómica del arbusto forrajero *Tithonia diversifolia* en Yucatán, México .Resúmenes IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción animal sostenible y III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p.35.
60. Ríos, C. I. y Salazar, A.1995. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una fuente proteica alternativa para el trópico. *Livestock Research for Rural Development*. 6(3): 75-87.
61. Ríos, C. I. 1993. Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles. Convenio CETEC-IMCA-CIPAV. Informe de avance. Cali, Colombia. p. 81.
62. Ríos, C. I. 1997. Botón de oro *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray. En: Árboles y arbustos forrajeros utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. 2^{da} Edición. Colciencias-CIPAV. Cali, Colombia. p. 115.
63. Ríos, C.I.1998. *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Rios14.htm>. [Consulta: marzo, 20 2019].
64. McDonald, R.2014 Establecimiento de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, para la alimentación de ovinos .Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Ciego de Ávila. 45 p
65. Rodríguez, E. 1990. Mirasol (*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray). Posible alternativa forrajera no convencional para la alimentación animal en el trópico [en línea]. Disponible en: www.utafoundation.org/botondeoro.htm [Consulta: marzo, 20 2019].
66. Roig, J. T. y Mesa, A. 1974. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. La Habana, Cuba. 709 p.

67. Rosales, M. 1996. In vitro assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees. D. Phil. Department of Plant Sciences, Oxford University, Oxford, UK. 214 p.
68. Rondina, R. V. D. y Coussio, J. D. 1969. Estudio fitoquímico de plantas medicinales argentinas (1). Invest Agropec. (Serie 2). Biología y Producción Vegetal. 6(2): 352-366.
69. Ruiz, T. E.; Torres, V.; Febles, G.; Díaz, H. y González, J. 2012. Empleo de la modelación para estudiar el crecimiento del material vegetal 23 de *Tithonia diversifolia*. Cubana de Ciencia Agrícola. 46(1): 23-29.
70. Solarte, A. 1994. Experiencias de investigación participativa en sistemas de producción animal en dos zonas del Valle del Cauca. Memorias III Seminario Internacional Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Cali, Colombia. p. 49.
71. Steel, G. D. y Torrie, J. H. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. 2^{da} ed. Mc Graw-Hill, Interamericana de México, S.A. de C.V. 622. p 43.
72. Vargas, B. 2016. Estrategias de Mejoramiento Genético para Ganado Lechero. En: XXII Congreso Nacional Lechero. San José, Costa Rica. (CD).
73. Vargas, J. 2012. El desarrollo de la ganadería en Costa Rica: compendio de artículos históricos. Cámara Nacional de Productores de Leche. San José, Costa Rica. 63 p.
74. Verdecia, D.; Ramírez, J.; Leonard, I.; Álvarez, Y.; Bazán, Y.; Bodas, S.; Andrés, S.; Álvarez, J.; Giráldez, F. y López, S. 2011. Calidad de la *Tithonia diversifolia* en una zona del Valle del Caucho. REDVET. Electrónica de Veterinaria. 12(5) :1-13.
75. Wanjau, S.; Mukalama, J.; Thijssen, R. 1998. Transferencia de biomasa: Cosecha gratis de fertilizante. Boletín de ILEIA. p. 25.