

Artículo Científico

Frecuencia de corte en la producción de biomasa de materiales destacados de *Tithonia diversifolia* identificados en Cuba

Effect of cutting frequency on the biomass production of outstanding materials of Tithonia diversifolia identified in Cuba

TOMÁS E. RUÍZ, GUSTAVO J. FEBLES, VERENA TORRES, SANDRA LOK, NURYS VALENCIAGA, BÁRBARA RODRÍGUEZ, NADIA BÁEZ Y YOLAINE MEDINA

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

Resumen

Se estudió el efecto de la combinación de la frecuencia de corte y materiales destacados de *Tithonia diversifolia* colectados e identificados en Cuba sobre la producción de biomasa durante tres años. El experimento fue diseñado como parcelas divididas en bloques al azar, donde la parcela principal correspondió al factor frecuencia de corte (40, 60 y 80 días) y la sub-parcela al factor materiales destacados de *Tithonia diversifolia* (IcaCuba Oc-10, Oc-23, Oc-24 y Oc-25). Las parcelas no recibieron fertilización ni riego a lo largo del ensayo. En la estación poco lluviosa, a los 60 días se presentaron los valores más altos para número de tallos por plantón, número de hojas verdes por tallo, peso verde de hojas por planta y rendimiento de MS (t/ha). Se encontró diferencias ($P \leq 0.01$) entre los materiales para las variables número de hojas verdes por tallo, peso verde de tallos y de planta total, con valores superiores para Oc-23; pero el Oc-25 presentó el mayor porcentaje de hojas. La producción de forraje/ha fue muy semejante en los materiales Oc-10, Oc-23 y Oc-24. En el periodo lluvioso, las frecuencias de 60 y 80 días presentaron los valores más altos para la mayoría de las variables y el mayor rendimiento/ha se alcanzó con 80 días. Se detectaron diferencias ($P \leq 0.05$) entre los materiales destacados en el número de hojas verdes por tallo, porcentaje de hojas y rendimiento de MS. Se concluye que los 4 materiales destacados de tithonia presentan características adecuadas para la producción de biomasa bajo corte, en condiciones similares a las del estudio.

Palabras clave: Época del año, podas, porciones de planta, rendimiento de forraje.

Abstract

The effect of cutting frequency on biomass production of outstanding materials of *Tithonia diversifolia* collected and identified in Cuba was studied for three years. The experiment was designed as a split-plot in complete randomized blocks, with the cutting frequency (40, 60 and 80 days) as the main plot, and the outstanding *Tithonia diversifolia* materials (IcaCuba Oc-10, Oc-23, Oc-24 and Oc-25) as the subplots. Experimental plots were neither fertilized nor irrigated during the study. In the dry season, the higher values for the number of stems per seedling and green leaves per stem, green weight of leaves per seedling and DM yield (t/ha) were obtained at 60 days of regrowth. Differences ($P \leq 0.01$) among outstanding materials were obtained, with the highest values in the number of green leaves per stem, green weight of stems and the whole plant for Oc-23; however, Oc-25 had the highest % of leaves. Forage yield/ha was very similar for Oc-10, Oc-23 and Oc-24. In the rainy season, higher values for most of the variables were obtained for harvests at 60 and 80 days, but the highest yield/ha was achieved for the frequency of 80 days. Differences between materials ($P \leq 0.05$) were detected for the number of green leaves per stem, % of leaves and DM yield (t/ha). It was concluded that under conditions like the ones prevalent in the study, the 4 outstanding materials of tithonia produce adequate biomass for use in a cut and carry system.

Keywords: Forage yield, pruning, plant portions, season

Correspondencia: Tomás E. Ruíz, Instituto de Ciencia Animal, Apartado Postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
Correo electrónico: teruizv@gmail.com

Introducción

Los sistemas ganaderos tradicionales requieren de una utilización más eficiente de los recursos alimenticios, entre los que se puede contar a las forrajeras arbustivas. Mahecha et al. (2002), Gallego et al. (2014) y Ruíz et al. (2014a) definen a la *Tithonia diversifolia* como una alternativa para mejorar las condiciones de manejo y optimizar la producción de los sistemas ganaderos en el trópico. Esta arbustiva presenta alta producción de biomasa, debido a su capacidad para aprovechar los nutrientes del suelo (Murgueitio 2022). La mayoría de los estudios con *T. diversifolia* han prestado más atención a la composición bromatológica (Riascos-Vallejos et al. 2020) que al crecimiento y desarrollo de esta forrajera (Ruíz et al. 2016).

La producción del follaje de tithonia bajo corte es bien conocida en muchos países de Latinoamérica y en otras zonas geográficas (Thijssen et al. 1998; Ríos 1999; Ríos 2002). Ruíz et al. (2012) informaron los primeros resultados de producción de follaje con tithonia en Cuba, y estos coincidieron con lo observado en otras regiones de Latinoamérica.

Murgueitio (2005 y 2022) refiere que los sistemas de corte y acarreo, así como los bancos forrajeros mixtos, son ideales para la conservación de suelos frágiles de laderas y en ecosistemas húmedos, áreas muy usadas en sistemas de producción campesina y de lechería. Mahecha y Rosales (2005) y Rivera et al. (2021) definen a *Tithonia diversifolia* como una especie con buena capacidad de producción de biomasa y rápida recuperación después del corte, según la densidad de siembra, suelos y estado vegetativo, por lo que se adapta a esos sistemas. Sin embargo, esta planta, ha mostrado amplia variedad fenotípica, la cual posibilita la identificación de genotipos destacados capaces de mejorar su productividad (Ruíz et al. 2013; Holguín et al. 2015; Ruíz et al. 2016; Rivera et al. 2019; Rivera et al. 2021; Alonzo Lazo et al. 2024).

Por ello, el objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de biomasa en cuatro materiales destacados de *Tithonia diversifolia* colectados e identificados en Cuba, cuando fueron sometidos a diferentes frecuencias de corte.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el Centro Experimental de Pastos y Forrajes “Miguel Sistachs Naya” del Instituto de Ciencia Animal (ICA), ubicado en el municipio de San José de las Lajas, actual provincia de Mayabeque, Cuba, situada a lo 23°55' Norte y a los 82°00' Oeste, a una altitud de 92 msnm. El tipo de suelo en el área experimental es

Ferralítico Rojo Eútrico, de rápida desecación, arcilloso y profundo sobre calizas (Hernández et al. 2015).

Con relación a las condiciones climáticas prevalentes durante el período en que se realizó el ensayo (3 años), la precipitación media durante la estación lluviosa (mayo–octubre) fue menor a la media histórica (promedio de 15 años) tanto en volumen como en el número de días con lluvia, con una diferencia de 663.9 mm y 38 días, respectivamente; sólo en julio el nivel de precipitación superó a la media histórica, pero no así en cuanto al número de días con lluvia. En cuanto a la estación seca (noviembre–abril), en la etapa experimental la precipitación fue 170 mm menor que la media histórica, y el número de días con lluvia fue de 19 días menos. En diciembre no hubo precipitación y en los meses de noviembre, febrero, marzo y abril sólo hubo un día con lluvia. Por otro lado, en los tres años que duró el estudio, la temperatura media anual fue de 24.86 °C.

Para el establecimiento del ensayo, el suelo tuvo una preparación con aradura y dos pases de grada. La siembra se efectuó en junio, a inicios de la estación lluviosa, en surcos separados a 70 cm y con un distanciamiento de 50 cm entre estacas. Para el establecimiento se utilizaron estacas tomadas de la parte media del tallo, con edad de 80 días de rebrote, un diámetro de 2 cm y 50 cm de largo, y estas se plantaron sobre los surcos, a una profundidad de 10 cm.

Durante la fase de establecimiento el área se mantuvo limpia de malezas mediante azadón. El corte de uniformización previo al inicio del experimento se efectuó 120 días después de la siembra y a una altura de 15 cm, y a lo largo del ensayo la altura de corte fue de 10–15 cm (Ruíz et al. 2014b). Todos los cortes se efectuaron de acuerdo con lo recomendado por Ruíz et al. (2014b; 2020) para el uso de *Tithonia diversifolia*. A lo largo de todo el ensayo no se aplicó fertilizantes ni riego.

El experimento fue diseñado como parcelas divididas en bloques completos al azar, con cuatro réplicas, donde la parcela principal correspondió al factor frecuencias de corte (40, 60 y 80 días) y la sub-parcela al factor materiales destacados de *Tithonia diversifolia* (IcaCuba Oc-10, Oc-23, Oc-24 y Oc-25). La denominación de “materiales destacados” fue otorgada por la Dirección de Semillas y Recursos Fitogenéticos del MINAG de Cuba para el Registro de Variedades Comerciales, a los materiales bajo estudio que habían sido colectados, evaluados y seleccionados por el Instituto de Ciencia Animal (ICA) para ser utilizados en la zona centro-occidental del país. El área experimental total fue de 1,008 m². En cada réplica hubo una parcela principal (16.8 × 5.0 m) para

cada frecuencia estudiada y dentro de la misma cuatro subparcelas (4.2 × 5.0 m) para los materiales destacados de tithonia, todas ubicadas aleatoriamente. En cada subparcela se tuvo siete surcos.

Si bien la investigación se desarrolló durante tres años consecutivos, en este artículo se reportan las medias obtenidas en ese período, dado que no se detectó interacción entre los años y los factores en estudio.

A lo largo del ensayo se empleó la metodología elaborada, aplicada y perfeccionada para estos fines por el Proyecto “*Tithonia diversifolia* arbusto de interés para la ganadería” del Programa Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica: Mejoramiento Vegetal y Recursos Fitogenéticos PNCT-015”, el cual inició esta línea de investigación en el periodo 2006–2010 (Ruíz 2010).

Las mediciones se efectuaron en todos los cortes realizados a lo largo de la investigación, tomando 10 plantas localizadas en los cinco surcos centrales de cada subparcela. Para estimar el contenido de materia seca en las muestras de los componentes vegetales de los materiales de tithonia, éstas se colocaron en estufa de circulación de aire forzado a 60 °C hasta alcanzar peso constante.

Las variables analizadas fueron: número de tallos por plantón; número de hojas por tallo (verde, amarilla y seca); peso verde de hojas, tallo y biomasa aérea total (g/planta); peso de 10 hojas desarrolladas (g); contribución de las hojas a la biomasa aérea total (%); y rendimiento de biomasa área seca (t MS/ha).

A lo largo del ensayo, con una frecuencia mensual, se monitoreó también la presencia-ausencia de insectos, observando por cada material 10 plantas elegidas al azar, en las que se evaluaron los organismos asociados y el índice de plantas dañadas. En los diferentes materiales evaluados no se detectó afectaciones de plagas que influyeran en el buen desarrollo de las plantas.

La información analizada corresponde a los periodos poco lluvioso y lluvioso, así como para el total anual. En todos los casos se probó los supuestos de normalidad de los errores para las variables número de hojas verdes por tallo, número de tallos por plantón usando la dócima de Shapiro-Wilk (1965) y homogeneidad de varianza por la dócima de Levene (1960). Dichas variables cumplieron los supuestos de normalidad por lo que se realizó el análisis de varianza. Se utilizó la dócima de Duncan (1955), para la comparación de las medias en los casos en que las variables presentaron diferencias significativas. Para el procesamiento de la información se utilizó el software Infostat (2001). Los análisis se hicieron independientemente para cada periodo y para el total anual.

Resultados

Para todas las variables, excepto el peso verde total por planta, no se detectó significancia para la interacción frecuencia de corte × materiales destacados; por ello en los Cuadros 1 y 2 se presentan los resultados para los efectos simples de esos factores durante el período poco lluvioso, y en los Cuadros 3 y 4 los del período lluvioso. Los datos del peso verde por planta, en función de la edad de rebrote × el genotipo de tithonia, se muestran en el Cuadro 5, porque solo para ese variable fue significativa la interacción, y solo para los cortes efectuados en el período lluvioso.

Estación poco lluviosa

La producción de biomasa de *Tithonia* manejada bajo corte fue menor en la estación poco lluviosa (Cuadro 1) con respecto a la observada en el período de mayor precipitación (Cuadro 3), lo cual era de esperar dado que la escasez de lluvias es un factor limitante para la producción de forraje (Navale et al. 2022). Sin embargo, en el caso de este estudio la escasez de lluvias fue más crítica que en años anteriores, pues durante el período en que se desarrolló el estudio las condiciones de precipitación fueron menores en 170 mm y 19 días de lluvia con relación a la media histórica; además, que no se aplicó riego a lo largo del período experimental.

En el Cuadro 1 se observa que la frecuencia de corte afectó significativamente todas las variables, pero el nivel de significancia más bajo ($P=0.05$) correspondió al peso verde de hoja por planta. La frecuencia de 60 días presentó los mejores indicadores para la mayoría de las variables evaluadas, como el número de tallos por plantón, número de hojas verdes por tallo, peso verde de hojas y rendimiento de biomasa. Si bien con la frecuencia de 80 días se obtuvo el mayor peso de 10 hojas, por tener estas un mayor tamaño, esto no se tradujo en mayor producción de biomasa por hectárea, pues con esa frecuencia de corte se detectó un menor número de tallos por plantón, número de hojas verdes por tallo, y contribución porcentual de hojas a la biomasa aérea total (Cuadro 1).

En cuanto al efecto de los materiales evaluados (Cuadro 2), se encontró diferencias entre ellos ($P<0.01$) para las variables número de hojas verdes/tallo, peso verde de tallos/planta, peso verde total/planta y la contribución porcentual de hojas a la biomasa total, correspondiendo los valores más altos a los materiales Oc-23 y Oc-24, siendo el primero quien superó a todos los materiales en todas las variables, excepto en el

porcentaje de hojas, para el cual se obtuvo el mayor valor en el caso del material Oc-25. Estos materiales presentaron un comportamiento semejante para el número de tallos por plantón, peso verde de hojas/planta, peso de 10 hojas y rendimiento, indicadores de importancia si se tiene presente que la investigación se desarrolló bajo condiciones de disponibilidad limitada de humedad.

Estación lluviosa

Durante el período de lluvias, la frecuencia de corte afectó todas las variables morfo-agronómicas en *tithonia* (Cuadro 3), con niveles de significancia de $P < 0.001$ para la mayoría de ellas, excepto para el número de tallos por plantón ($P < 0.01$). Las variables expresadas en peso alcanzaron los valores más alto a los 80 días de rebrote; lo mismo ocurrió para el número de hojas amarillas y secas, pero la contribución porcentual de las hojas a la biomasa total tendió a disminuir a medida se incrementó la edad de rebrote (Cuadro 3).

En el Cuadro 4 se observa que los materiales de *tithonia* evaluados solo presentaron diferencias en el caso del número de hojas verdes/tallo ($P = 0.0366$), la contribución porcentual de las hojas a la biomasa total ($P = 0.001$) y el rendimiento de biomasa aérea total ($P = 0.0027$).

Los materiales con valores superiores para el número de hojas verdes/tallo fueron Oc-10, Oc-23 y Oc-24, sin diferencias ($P < 0.05$) entre ellos. En cambio, la mayor contribución de hojas a la biomasa total se presentó en Oc-24 y Oc-25, pero estos a su vez presentaron rendimientos más bajos ($P < 0.05$) que Oc-23 (Cuadro 4). Para el resto de variables morfo-agronómicas (número de tallos/plantón; peso verde de tallos y de hojas/planta y peso de 10 hojas) no se detectaron diferencias entre los materiales estudiados.

En el periodo lluvioso, solo la variable peso verde total de la planta presentó interacción significativa ($P = 0.0035$) para los factores frecuencia de corte \times materiales destacados (Cuadro 5). El mayor peso verde total/planta correspondió al material Oc-23

Cuadro 1. Efecto de la frecuencia de corte sobre las variables morfo-agronómicas en *T. diversifolia*, durante la estación poco lluviosa.

Variables	Frecuencia, días			E.E. (Significación)
	40	60	80	
Número de tallos/plantón	11.71 ^c	20.96 ^a	14.82 ^b	± 0.99 ($P = 0.001$)
Número de hojas verdes/tallo	7.26 ^a	7.72 ^a	5.94 ^b	± 0.34 ($P = 0.001$)
Peso verde de hojas, g/planta	4.56 ^b	6.45 ^a	5.65 ^{ab}	± 0.69 ($P = 0.05$)
Peso verde de tallos, g/planta	2.57 ^b	3.83 ^b	5.13 ^a	± 0.60 ($P = 0.001$)
Peso verde total, g/planta	8.06 ^b	12.60 ^a	14.05 ^a	± 1.01 ($P = 0.001$)
Peso verde de 10 hojas, g	6.24 ^b	6.16 ^b	9.07 ^a	± 0.78 ($P = 0.001$)
Hojas, % biomasa aérea total	65.63 ^a	64.72 ^a	51.99 ^b	± 1.70 ($P = 0.001$)
Rendimiento, t MS/ha	1.79 ^b	2.92 ^a	1.73 ^b	± 0.37 ($P = 0.001$)

^{a,b,c} Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas según Duncan (1955) para $P < 0.05$.

Cuadro 2. Efecto del material vegetal sobre las variables morfo-agronómicas en *T. diversifolia*, durante la estación poco lluviosa.

Variables /	Materiales				E.E. (Significación)
	Oc-10	Oc-23	Oc-24	Oc-25	
Número de tallos/plantón	16.50	16.89	16.38	14.87	± 1.05 ($P = 0.2533$)
Número de hojas verdes/tallo	6.70 ^b	7.68 ^a	7.11 ^{ab}	6.40 ^b	0.33 ($P = 0.0043$)
Peso verde de hojas, g/planta	5.14	6.50	6.14	4.39	± 0.85 ($P = 0.0780$)
Peso verde de tallos, g/planta	3.50 ^{bc}	5.23 ^a	4.23 ^{ab}	2.41 ^c	± 0.72 ($P = 0.0046$)
Peso verde total, g/planta	11.45 ^{ab}	13.59 ^a	12.43 ^a	9.08 ^b	± 1.41 ($P = 0.0025$)
Peso de 10 hojas, g	6.98	7.73	7.76	6.15	± 0.80 ($P = 0.1712$)
Hojas, % biomasa aérea total	60.27 ^b	57.17 ^b	59.73 ^b	65.94 ^a	± 1.48 ($P < 0.0001$)
Rendimiento, t MS/ha	2.14	2.48	2.51	1.45	± 0.42 ($P = 0.0580$)

^{a,b,c} Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas según Duncan (1955) para $P < 0.05$

en la frecuencia de 80 días, el cual difirió ($P < 0.05$) del resto de tratamientos. En el caso de las otras variables morfo-agronómicas, no se detectó significancia para la interacción frecuencia de corte \times materiales destacados.

Comportamiento Anual

En los análisis realizados para el acumulado anual, ninguna de las variables morfo-agronómicas presentó significancia para la interacción frecuencia de corte \times materiales destacados; en cambio la frecuencia de corte afectó significativamente ($P < 0.001$) todos los atributos evaluados (Cuadro 6).

Para la mayoría de las variables, los valores más altos correspondieron a la frecuencia de 80 días, excepto para el número de tallos/plantón y número de hojas verdes/tallo, que presentaron los valores más altos para cortes a los 60 días, y en el caso de la contribución porcentual de las hojas a la biomasa total, el mayor valor correspondió a la frecuencia de 40 días. Como era de esperar, la menor contribución de hojas a la biomasa total se alcanzó con la frecuencia de 80 días. En términos generales, el rendimiento de biomasa aérea y el peso de 10 hojas tendieron a incrementar a medida aumentó la edad de rebrote; en cambio, el porcentaje de hojas mostró la tendencia opuesta (Cuadro 6).

Cuadro 3. Efecto de la frecuencia de corte sobre las variables morfo-agronómicas en *T. diversifolia*, durante la estación lluviosa.

Variables	Frecuencia, días			E.E. (Significación)
	40	60	80	
Número de tallos/plantón	11.89 ^b	13.28 ^a	13.11 ^a	± 0.37 (P=0.01)
Número de hojas verdes/tallo	10.28 ^{ab}	10.70 ^a	9.60 ^b	± 0.25 (P=0.001)
Número de hojas secas/tallo	0.35 ^b	0.45 ^b	1.34 ^a	± 0.12 (P=0.001)
Número de hojas amarillas/ tallo	0.39 ^b	0.42 ^b	0.94 ^a	± 0.09 (P=0.001)
Peso verde de hojas, g/planta	11.20 ^b	14.99 ^b	43.86 ^a	± 3.10 (P=0.001)
Peso verde de tallos, g/planta	8.63 ^c	21.81 ^b	78.53 ^a	± 5.90 (P=0.001)
Peso de 10 hojas, g	13.04 ^b	13.94 ^b	32.77 ^a	± 3.47 (P=0.001)
Hojas, % biomasa aérea total	57.73 ^a	43.22 ^b	36.13 ^c	± 1.63 (P=0.001)
Rendimiento, t MS/ha	4.88 ^c	9.50 ^b	16.93 ^a	± 1.62 (P=0.001)

^{a,b,c} Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas según Duncan (1955) para $P < 0.05$.

Cuadro 4. Efecto del material vegetal sobre las variables morfo-agronómicas en *Tithonia diversifolia*, durante el periodo lluvioso.

Variables	Materiales				E.E. (Significación)
	Oc-10	Oc-23	Oc-24	Oc-25	
Número de tallos/plantón	12.22	13.76	12.63	12.43	± 0.72 (P=0.1674)
Número de hojas verdes/tallo	10.18 ^{ab}	10.53 ^a	10.28 ^{ab}	9.79 ^b	± 0.24 (P=0.0366)
Peso verde de hojas, g/planta	22.78	23.78	25.08	21.78	± 1.88 (P=0.3565)
Peso verde de tallos, g/planta	35.99	42.68	37.65	28.97	± 5.13 (P=0.0856)
Peso de 10 hojas, g	22.62	22.68	24.39	23.31	± 1.79 (P=0.7378)
Hojas, % biomasa aérea total	44.49 ^{bc}	41.74 ^c	46.71 ^{ab}	49.82 ^a	± 1.70 (P=0.001)
Rendimiento, t MS/ha	10.99 ^b	12.03 ^a	9.18 ^b	9.55 ^b	± 1.43 (P=0.0027)

^{a,b,c} Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas según Duncan (1955) para $P < 0.05$.

Cuadro 5. Efecto de la interacción frecuencias de corte \times material vegetal de *Tithonia diversifolia* sobre el peso verde total por planta (g), durante la estación lluviosa.

Variables	Materiales				E.E. (Significación)
	Oc-10	Oc-23	Oc-24	Oc-25	
40	23.81 ^e	24.63 ^e	22.83 ^e	19.95 ^e	± 13.11 (P=0.0035)
60	70.88 ^{bc}	54.23 ^{cd}	36.65 ^{de}	36.93 ^{de}	
80	91.05 ^b	127.88 ^a	90.78 ^b	75.73 ^b	

^{a,b,c,d,e} Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas según Duncan (1955) para $P < 0.05$.

Cuadro 6. Efecto de la frecuencia de corte sobre las variables morfo-agronómicas en *Tithonia diversifolia*, en el total anual.

Variables	Frecuencia, días			E.E. (Significación)
	40	60	80	
Número de tallos/plantón	12.29 ^b	17.11 ^a	13.96 ^b	±0.62 (P=0.001)
Número de hojas verdes/tallo	8.42 ^b	9.01 ^a	8.32 ^b	±0.17 (P=0.001)
Peso verde de hojas, g/planta	7.87 ^b	10.71 ^b	24.77 ^a	±1.39 (P=0.001)
Peso verde de tallos, g/planta	5.60 ^b	12.84 ^b	41.82 ^a	±2.95 (P=0.001)
Peso verde total, g/planta	15.44 ^c	31.24 ^b	55.21 ^a	±1.04 (P=0.001)
Peso de 10 hojas, g	9.64 ^b	10.06 ^b	25.92 ^a	±1.53 (P=0.001)
Hojas, % biomasa aérea total	61.68 ^a	53.98 ^b	44.05 ^c	±1.37 (P=0.001)
Rendimiento anual, t MS/ ha	6.66 ^b	12.41 ^a	17.24 ^a	±1.93 (P=0.001)
Rendimiento en época poca lluviosa, %	26.8	23.5	10.0	

^{a,b,c} Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas según Duncan (1955) para P<0.05.

Cuadro 7. Efecto del material vegetal sobre las variables morfo-agronómicas en *Tithonia diversifolia*, en el total anual.

Variables	Materiales				E.E. (Significación)
	Oc-10	Oc-23	Oc-24	Oc-25	
Número de tallos/plantón	14.35	15.32	14.50	13.65	±0.72 (P=0.1747)
Número de hojas verdes/tallo	8.43 ^{bc}	9.11 ^a	8.69 ^{ab}	8.09 ^c	±0.23 (P=0.0016)
Peso verde de hojas, g/planta	13.96	15.15	15.62	13.08	±1.14 (P=0.1289)
Peso verde de tallos, g/planta	19.77 ^{ab}	23.96 ^a	20.94 ^{ab}	15.68 ^b	±2.69 (P=0.0373)
Peso verde total, g/planta	36.68 ^{ab}	41.25 ^a	31.27 ^{bc}	26.66 ^c	±1.51 (P=0.0002)
Peso de 10 hojas, g	14.80	15.21	16.08	14.73	±1.08 (P=0.5801)
Hojas, % biomasa aérea total	52.38 ^b	49.43 ^c	53.24 ^b	57.88 ^a	±1.21 (P<0.0001)
Rendimiento anual, t MS/ha	12.73 ^b	13.88 ^a	11.07 ^b	10.73 ^b	±0.98 (P=0.0022)
Rendimiento en época poca lluviosa, %	16.8	17.8	22.6	13.5	

^{a,b,c} Letras distintas en una misma fila indican diferencias significativas según Duncan (1955) para P<0.05.

Los materiales de tithonia evaluados mostraron diferencias significativas (P<0.05) para el número de hojas verdes/tallo, peso verde de tallos/planta y peso verde total/planta, contribución porcentual de las hojas y rendimiento de biomasa aérea total (Cuadro 7). Nuevamente, el material Oc-23 presentó el rendimiento más alto, pero la menor contribución de las hojas a la biomasa aérea total. En contraste, la respuesta opuesta se observó en el caso del material Oc-25 (Cuadro 7).

Discusión

La capacidad de producción forrajera de *Tithonia diversifolia* está determinada entre otros factores por el estado fenológico. Esta especie presenta una marcada tolerancia a la poda, se recupera de forma rápida luego de cortes sucesivos y además posee una elevada tasa de rebrote, lo que le permite producir

gran cantidad de biomasa (Lugo et al. 2012; Londoño et al. 2019). Reyes et al. (2008) señalan que las plantas forrajeras en los trópicos crecen rápidamente durante los períodos de alta precipitación y temperatura, y que los cortes realizados en árboles forrajeros en las diferentes estaciones del año (época seca vs época húmeda) y en diferentes fases de desarrollo (reproductivo vs vegetativo), pueden influir en el rebrote siguiente.

Con relación al resultado obtenido en este estudio respecto al efecto de la frecuencia de corte sobre las características morfo-agronómicas en la estación poco lluviosa, Lugo et al. (2012) encontraron que este factor afectaba la producción de biomasa en *Tithonia diversifolia*, y al igual que en este estudio encontraron que el intervalo de cosecha óptimo sería a los 60 días; en cambio la altura de corte no la afectaba. Por otro lado, en cuanto a las variaciones en las características morfo-agronómicas y de rendimiento en función de la edad

de corte, observadas durante la estación poco lluviosa (Cuadro 1), los resultados de este estudio coinciden con lo reportado por Cabanilla-Campos et al. (2021), quienes además sugieren que estos atributos, acompañados de las características nutricionales del forraje, hacen de la *Tithonia diversifolia* una especie forrajera valiosa para la alimentación animal.

Al efectuar un análisis integrando el comportamiento de los indicadores estudiados en el período menos lluvioso, se puede decir que con la edad de rebrote de 80 días se produce un forraje caracterizado por mayor presencia de tallos, mientras que con la frecuencia de 60 días ocurre lo inverso, hay una mayor cantidad de hojas, así como el peso de hojas por planta, % de hojas, número de hojas por tallo y rendimiento/ha. Resultados similares fueron obtenidos por Senarathne et al. (2018) trabajando con *tithonia* en Sri Lanka.

Cabe anotar que Botero-Londoño et al. (2019) encontraron que las características de la hoja en *Tithonia diversifolia* presentaban una alta correlación con las demás características productivas del cultivo, razón por la cual éstas pueden ser un referente de fácil medición para determinar los atributos productivos y nutricionales de la planta. En ese sentido, en relación con el comportamiento de los indicadores monitoreados para los diferentes materiales evaluados en el presente estudio (Cuadro 2), se observó que todos presentaron un mayor peso de hojas que de tallos. Los materiales Oc-23 y Oc-24 se mostraron como los más deseables desde el punto de vista forrajero, ya que alcanzaron los rendimientos más altos, un mayor número de hojas verdes por tallo y un mayor peso/planta, lo cual compensa el hecho de tener una proporción de hojas menor que el Oc-25, pues al final la producción total de hojas será mayor en Oc-23 y Oc-24.

El hecho de que se tenga un mayor número de hojas senescentes (amarillas y secas) con la frecuencia de corte cada 80 días en la estación poco lluviosa (Cuadro 3), es un aspecto negativo desde el punto de vista de la producción de forraje de calidad, pero es algo esperado dado que la senescencia de hojas ocurre a medida avanza la edad de la planta (Vargas Velázquez et al. 2022), y es más evidente bajo condiciones de menor disponibilidad de humedad. En cambio, con las frecuencias de corte cada 40 y 60 días no solo hubo más hojas verdes, sino que además las hojas representaron una proporción mayor de la biomasa aérea total, lo cual es relevante desde el punto de vista de la oferta de follaje comestible para el ganado (Cadena-Villegas et al. 2020; Vargas Velázquez et al. 2022).

Es posible que en años con mayor precipitación en la época lluviosa que la observada en este estudio, los

rendimientos podrían ser más altos, pues durante el período cubierto por el estudio, hubo una diferencia de 663.9 mm menos por año y 38 días menos con lluvia en la época lluviosa, comparado a la media histórica, lo cual debe haber afectado el desarrollo de las plantas, pues *tithonia* es una especie que se comporta mejor cuando la disponibilidad de humedad no es limitante (dos Santos Silva et al. 2021).

El comportamiento observado al analizar la información anual (Cuadros 6 y 7) es muy semejante a la reflejada en los análisis parciales por época (Cuadros 1, 2, 3 y 4). En ellos queda demostrada la necesidad de efectuar un análisis integrando los diferentes indicadores evaluados en esta investigación, pues la definición del mejor tratamiento no puede basarse solo en el rendimiento, sino que debe considerarse también otros indicadores morfo-agronómicos tales como el número de tallos/plantón y de hojas verdes/tallo, el peso de hojas verdes y su contribución porcentual a la biomasa producida. Esto último es de particular importancia porque las hojas son el componente que presenta los mayores valores de proteína cruda y digestibilidad (Lezcano et al. 2012).

Con relación a la contribución de la producción en la estación poco lluviosa respecto al acumulado anual, este osciló entre 10.0 y 26.8% en función de la frecuencia de corte (Cuadro 6), y entre 13.5 y 22.6% cuando se compararon los materiales estudiados (Cuadro 7). Resultados similares fueron obtenidos por Uu-Espens et al. (2021) quienes indicaron que el rendimiento de forraje en la época lluviosa fue 2.7 veces mayor que en la época seca (2.4 versus 0.9 t MS/ha). Así mismo, Navas-Panadero y Montaña (2019) observaron una mayor producción de *tithonia* en la época de lluvias, pues su producción de biomasa se ve influenciada por el factor precipitación, al igual que en el caso de muchos otros forrajes (Navale et al. 2022).

En cuanto al efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento anual (Cuadro 6), es evidente que el mayor rendimiento se presentó con el intervalo entre cortes más largo (80 días), lo que también fue observado en el período de mayor precipitación (Cuadro 4), mientras que en el período de poca precipitación el mayor rendimiento se alcanzó a los 60 días (Cuadro 1), debido a que se presentó una mayor senescencia de hojas cuando se extendió la fase de rebrote (Cuadro 3).

La mayor producción de biomasa forrajera de *tithonia* a los 80 días también fue observada por Guatusmal-Gelpud et al. (2020), pero cuando consideraron la calidad nutricional del forraje, ellos obtuvieron los mejores

valores a los 60 días de rebrote. Por otro lado, Ruiz et al. (2013; 2016), al estudiar la curva de crecimiento de diferentes materiales de tithonia encontraron un crecimiento estable y adecuado en ambas estaciones climáticas y los mejores valores correspondieron al intervalo de 60–75 días, el cual también fue considerado como óptimo por Polo y Medina (2021) trabajando con tithonia en Panamá.

El patrón de respuesta de la producción de tithonia en respuesta a la prolongación del intervalo entre cortes, tanto en la época poco lluviosa como lluviosa (Cuadros 1 y 3), y en el rendimiento anual (Cuadro 6), coincide con lo expresado por Stür et al. (1994), quienes señalan que en el nuevo crecimiento de plantas defoliadas ocurre primero un rebrote lento debido a la poca cantidad de área foliar, seguido por un período de máxima productividad, en el cual la producción de hojas aumenta marcadamente, y luego una fase donde la planta presenta incrementos en la altura y aumenta la producción de biomasa leñosa; mientras que la cantidad de hojas permanece estable o con pequeños incrementos.

Los cuatro materiales seleccionados de tithonia incluidos en este estudio (Oc-10, 23, 24 y 25) mostraron semejanza en cuanto al número de tallos/plantón, el peso verde de hojas/planta y el peso de 10 hojas (Cuadros 2, 4 y 7), indicadores de importancia si se tiene en cuenta que esta investigación enfrentó condiciones atípicas en cuanto a la disponibilidad de humedad. El material Oc-25 fue el más afectado por las condiciones de sequía en el período poco lluvioso (Cuadro 2) en comparación a los otros materiales, pero se desarrolló mejor en la estación lluviosa (Cuadro 7). Este aspecto se debe tener presente al seleccionar la zona para su explotación.

Por otro lado, si bien el material Oc-23 presentó el mayor rendimiento anual de biomasa aérea total (Cuadro 7), el análisis de otros atributos morfo-agronómicos importantes como la contribución porcentual de hojas a la biomasa total no lo hacen más destacado que el resto, lo que confirma la importancia de no basar exclusivamente en el rendimiento, las decisiones sobre qué material recomendar para un sitio.

Con base en los resultados obtenidos se puede concluir que los cuatro materiales de tithonia evaluados presentan características adecuadas para la producción de forraje bajo corte, aún en ausencia de fertilización y riego. Por ello, no sería lógica la discriminación de alguno de ellos para este fin productivo, sino seleccionarlos de acuerdo a las condiciones de sitio donde se desea implantar la tithonia.

Agradecimientos

Los autores reconocen el aporte de los técnicos Humberto Díaz y Ciro Mora del Instituto de Ciencia Animal de Cuba en la obtención de los resultados del presente estudio.

Referencias

(Nota de los editores: Enlaces verificados el 12 de enero de 2024).

- Alonso Lazo J; Grajales Zepeda R; Peres Soto L; Castro Hernandez L; Reyes García ME. 2024. Caracterización morfo-productiva de materiales de *Tithonia diversifolia* recolectados en el estado de Chiapas, México. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 12 (1):36-48. doi: [10.17138/tgft\(12\)36-48](https://doi.org/10.17138/tgft(12)36-48)
- Botero-Londoño JM; Gómez-Carabalí A; Botero-Londoño MA. 2019. Rendimiento, parámetros agronómicos y calidad nutricional de la *Tithonia diversifolia* con base en diferentes niveles de fertilización. *Revista Mexicana de Ciencia Pecuarias* 10(3):789–800. doi: [10.22319/rmcp.v10i3.4667](https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4667)
- Cabanilla-Campos MG; Meza-Bone CJ; Avellaneda-Cevallos JH; Meza-Castro MT; Vivas-Arturo W; Meza-Bone GAI. 2021. Desempeño agronómico y valor nutricional en *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray bajo un sistema de corte. *Ciencia y Tecnología UTEQ* 14(1):71–78. doi: [10.18779/cyt.v14i1.450](https://doi.org/10.18779/cyt.v14i1.450)
- Cadena-Villegas S; Martínez-Maldonado HG; Sosa-Montes E; Mendoza-Pedroza SI; Salinas-Rios T; Flores-Santiago EJ; Alejos de la Fuente JI. 2020. Use of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in the diet of growing lambs. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 72:1929–1935. doi: [10.1590/1678-4162-11923](https://doi.org/10.1590/1678-4162-11923)
- Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11(1):1–42. doi: [10.2307/3001478](https://doi.org/10.2307/3001478)
- Gallego L; Mahecha L; Angulo J. 2014. Potencial forrajero de *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray en la producción de vacas lecheras. *Agronomía Mesoamericana* 25(2):393–403. doi: [10.15517/am.v25i2.15454](https://doi.org/10.15517/am.v25i2.15454)
- Guatusmal-Gelpud C; Escobar-Pachajoa LD; Meneses-Buitrago DH; Cardona-Iglesias JL; Castro-Rincón E. 2020. Producción y calidad de *Tithonia diversifolia* y *Sambucus nigra* en trópico alto andino colombiano. *Agronomía Mesoamericana* 31(1):193–208. doi: [10.15517/am.v31i1.36677](https://doi.org/10.15517/am.v31i1.36677)
- Hernández A; Pérez JM; Bosch D; Castro N. 2015. Clasificación de los Suelos de Cuba 2015. Ediciones INCA, Mayabeque, Cuba. 64 p. ISBN: 978-959-7023-77-7.
- Holguín VA; Ortiz Grisalez S; Velasco Navia A; Mora Delgado J. 2015. 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 62(2):57–72. doi: [10.15446/rfmvz.v62n2.51995](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v62n2.51995)
- Infostat. 2001. Manual del usuario. Software estadístico. Versión 1.0 Triunfar S.A. La Rioja. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. infostat.com.ar
- Levene H. 1960. Robust tests for equality of variances. En: Olkin I; Ghurye SG; Hoeffding W; Madow WG; Mann HB, eds. Contribution to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling. Stanford University Press. Stanford, USA. p. 278–292.
- Lezcano Y; Soca M; Ojeda F; Roque E; Fontes D; Montejo IL; Santana H; Martínez J; Cubillas N. 2012. Caracterización bromatológica de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray en dos etapas de su ciclo fisiológico. Pastos y Forrajes 35(3):275–282. [bit.ly/3VmHFA8](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v35n3.275-282)
- Londoño J; Mahecha L; Angulo J. 2019. Desempeño agronómico y valor nutritivo de *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A Gray para la alimentación de bovinos. Revista Colombiana de Ciencia Animal 11(1). doi: [10.24188/recia.v0.n0.2019.693](https://doi.org/10.24188/recia.v0.n0.2019.693)
- Lugo M; Molina F; González I; González J; Sánchez E. 2012. Efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la producción de materia seca y proteína bruta de *Tithonia diversifolia*. Zootecnia Tropical 30(4):317–325. [bit.ly/47BaStR](https://doi.org/10.15446/zootecnia.v30n4.317-325)
- Mahecha L; Gallego L; Peláez F. 2002. Situación actual de la ganadería de carne en Colombia y alternativas para impulsar su competitividad y sostenibilidad. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 15(2):213–225. doi: [bit.ly/3V1xqQw](https://doi.org/10.15446/rfmvz.v15n2.213-225)
- Mahecha L; Rosales M. 2005. Valor nutricional del follaje de Botón de Oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl.] Gray) en la producción animal en el trópico. Livestock Research for Rural Development 17(9):100. [bit.ly/3R92U65](https://doi.org/10.1017/S1545292405000100)
- Murgueitio E. 2005. Silvopastoral systems in the neotropics. En: Mosquera-Losada MR; Rigueiro-Rodríguez A; McAdam J, eds. Silvopastoralism and sustainable land management. Proceedings of an international congress on silvopastoralism and sustainable management held in Lugo, Spain, April 2004. CABI Publishing. Wallingford, UK. pp. 24–29. doi: [10.1079/9781845930011.0024](https://doi.org/10.1079/9781845930011.0024)
- Murgueitio E. 2022. *Tithonia diversifolia* una Asterácea diferente: su papel en los sistemas sostenibles de producción agropecuaria. Convención Producción Animal y Agrodesarrollo 2022, Varadero, Cuba, 10 al 14 de octubre 2022. p. 2297–2308.
- Navale MR; Bhardwaj DR; Bishist R; Thakur CL; Sharma S; Sharma P; Kumar D; Probo M. 2022. Seasonal variations in the nutritive value of fifteen multipurpose fodder tree species: A case study of north-western Himalayan mid-hills. PLoS ONE 17(10):e0276689. doi: [10.1371/journal.pone.0276689](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276689)
- Navas-Panadero A; Montaña V. 2019. Comportamiento de *Tithonia diversifolia* bajo condiciones de bosque húmedo tropical. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú 30(2):721–732. [bit.ly/3H1ABvR](https://doi.org/10.15446/rivv.v30n2.721-732)
- Polo EA; Medina LT. 2021. Efecto de la frecuencia de corte sobre el rendimiento y la calidad de forraje del botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Revista Semilla del Este 2(1):59–69. [bit.ly/3tXBLdR](https://doi.org/10.15446/rse.v2n1.59-69)
- Reyes N; Pasquier F; Rojas M. 2008. Efecto de densidades de siembra y alturas de corte sobre la producción de biomasa y composición química de *Cratylia argentea*. La Calera 8(11):11–18. [bit.ly/3tQqVq7](https://doi.org/10.15446/lc.v8n11.11-18)
- Riascos-Vallejos A; Reyes-González J; Aguirre-Mendoza L. 2020. Nutritional characterization of trees from the Amazonian piedmont, Putumayo department, Colombia. Cuban Journal of Agricultural Science 54(2):257–265. [bit.ly/47A7Ber](https://doi.org/10.15446/cjas.v54n2.257-265)
- Ríos CI. 1999. *Tithonia diversifolia*, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico. En: Sánchez MD; Rosales Méndez M, eds. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Memorias de una conferencia electrónica realizada de abril a septiembre de 1998, Roma, Italia. p. 311–323. [bit.ly/3O0uDER](https://doi.org/10.15446/ma.v19n1.311-323)
- Ríos CI. 2002. Usos, manejo y producción de botón de oro, (*Tithonia diversifolia* Hemsl) Gray. En: Ospina S; Murgueitio E, eds. Tres especies vegetales promisorias: nacedero (*Trichanthera gigantea* [H. & B] Nees.), botón de oro (*Tithonia diversifolia* [Hemsl] Gray) y bore (*Alocasia macrorrhiza* [Linneo] Schott). CIPAV, Cali. Colombia.
- Rivera J; Lopera J; Chará J; Gómez-Leyva J; Barahona R; Enrique, E. 2019. Genetic and morphological diversity of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray for use in silvopastoral systems of Latin America. En: Dupraz C, Gosme M, Lawson G., eds. Book of Abstract 4th World Congress on Agroforestry. CIRAD, INRA. Montpellier, Francia. 712 p.
- Rivera JE, Ruíz TE; Chará J; Gómez-Leyva JF; Barahona R. 2021. Biomass production and nutritional properties of promising genotypes of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray under different environments. Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales 9(3):280-291. doi: [10.17138/TGFT\(9\)280-291](https://doi.org/10.17138/TGFT(9)280-291)
- Ruíz TE. 2010. *Tithonia diversifolia* arbusto de interés para la ganadería. Programa Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica. Mejoramiento Vegetal y Recursos Fitogenéticos. PNCT-015.CITMA, Cuba.
- Ruíz TE; Alonso J; Febles GJ; Galindo J.L; Savón LL; Chongo BB; Torres V; Martínez Y; La O O; Gutiérrez D; Crespo GJ; Cino DM; Scull I; González J. 2016. *Tithonia diversifolia*: I. Estudio integral de diferentes materiales para conocer su potencial de producción de

- biomasa y calidad nutritiva. *Avances en Investigación Agropecuaria* 20(3): 63–82. [bit.ly/4aVaauy](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106782)
- Ruíz TE; Febles GJ; Alonso J; Galindo J; La OO; Savón L; Gutiérrez D; Martínez Y; Chongo B; Crespo G; Mora L; Rodríguez B; Vázquez Y; Cino DM. 2014b. Instructivo para el empleo de *Tithonia diversifolia* en la ganadería. ¿Qué debemos saber para alcanzar buenos resultados? Ed. ICA San José de las Lajas, Mayabeque Cuba. ISBN: 978-959-7171-51-5
- Ruíz TE; Febles GJ; Alonso J; Galindo JL; La O O; Savón LL; Gutiérrez D; Martínez Y; Chongo BB; Crespo GJ; Mora L; Rodríguez B; Vázquez Y; Cino, DM. 2020. Guía técnica para el empleo de *Tithonia diversifolia* en la ganadería. ¿Qué hacer para producir biomasa de calidad? Editorial Política, La Habana, Cuba. ISBN:978-959-01-1072-6
- Ruíz TE; Febles GJ; Galindo J; Savón L; Chongo BB; Torres V; Cino DM; Alonso J; Martínez Y; Gutiérrez D; Crespo GJ; Mora L; Scull I; La OO; González J; Lok S; González N; Zamora, A. 2014a. *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 48:79-82. [bit.ly/48AFvAX](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106782)
- Ruíz TE; Febles G; Díaz H. 2012. Distancia de plantación, frecuencia y altura de corte en la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia* colecta 10 durante el año. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 46(4):423–426. [bit.ly/41YqmA](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106782)
- Ruíz TE; Torres V; Febles G; Díaz H; González J. 2013. Estudio del comportamiento de ecotipos destacados de *Tithonia diversifolia* en relación con algunos componentes morfológicos. *Livestock Research for Rural Development*. 25(9):154. [bit.ly/4e45WIE](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106782)
- Santos Silva AM dos; Santos MV; Silva LD da; Santos JB do; Ferreira EA; Santos LD. 2021. Effects of irrigation and nitrogen fertilization rates on yield, agronomic efficiency and morphophysiology in *Tithonia diversifolia*. *Agricultural Water Management* 248:106782. doi: [10.1016/j.agwat.2021.106782](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106782)
- Senarathne SHS; Atapattu AJ; Raveendra T; Mensah S; Dassanayake KB. 2018. Biomass allocation and growth performance of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Gray in coconut plantations in Sri Lanka. *Agroforestry Systems* 93:1865–1875. doi: [10.1007/s10457-018-0290-y](https://doi.org/10.1007/s10457-018-0290-y)
- Shapiro SS; Wilk MB. 1965. An analysis of variance test for normality (Complete Samples). *Biometrika* 52(3/4):591–611. doi: [10.2307/2333709](https://doi.org/10.2307/2333709)
- Stür WW; Shelton HM; Gutteridge RC. 1994. Defoliation management of forage tree legumes. En: Gutteridge RC; Shelton HM, eds. *Forage Tree Legumes in Tropical Agriculture*. CAB International, Wallingford, UK.
- Thijssen R; Mukalama J; Wanjau S. 1998. Transferencia de biomasa: cosecha gratis de fertilizante. *LEISA. Revista de Agroecología*. 13(3):25. [bit.ly/3HlrzyQ](https://doi.org/10.1016/j.agwat.2021.106782)
- Uu-Espens C; Casanova-Lugo F; Canul-Solís JR.; Chay-Canul A; Piñero-Vázquez A; Yam-Chale C; Pozo-Leyva D; Oros-Ortega I. 2021. Variación estacional del rendimiento y calidad del forraje *Tithonia diversifolia* a diferentes alturas de corte. *Avances En Investigación Agropecuaria* 25(3):204–205. doi: [10.53897/RevAIA.21.25.61](https://doi.org/10.53897/RevAIA.21.25.61)
- Vargas Velázquez VT; Pérez Hernández P; López Ortiz S; Castillo Gallegos E; Cruz Lazo C; Jarillo Rodríguez J. 2022. Production and nutritional quality of *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) A. Grey in three seasons of the year and its effect on the preference by Pelibuey sheep. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 13(1):240-257. doi: [10.22319/rmcp.v13i1.5906](https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i1.5906)

(Recibido para publicación 19 junio 2023; aceptado 2 enero 2024; publicado 31 de mayo 2024)

© 2024



Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales una revista de acceso abierto publicada por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).