



SUMINISTRO DE ENSILAJE DE *Tithonia diversifolia* SÓLO O MEZCLADO CON AFRECHO DE YUCA EN LA DIETA DE POLLOS DE ENGORDE¹

[SUPPLY OF *Tithonia diversifolia* SILAGE ALONE OR MIXED WITH CASSAVA BRAN IN BROILERS DIET]

Jaime A. Betancourt¹, Luz A. Núñez E.¹ and Gastón A. Castaño J.^{1,2*}

¹*Grupo de Investigación en Nutrición y Alimentación Animal-Gina, Facultad de Ciencias Pecuarias, Corporación Universitaria Santa Rosa de Cabal-Unisarc, Santa Rosa de Cabal, Colombia*

²*Profesor Asociado. Laboratorio de Nutrición Animal.*

E-mail: gaston.castano@unisarc.edu.co

**Corresponding author*

RESUMEN

El *Tithonia diversifolia* y el afrecho de yuca son dos recursos alimenticios que se destacan por sus niveles de proteína y energía, respectivamente. El objetivo de este estudio fue evaluar la respuesta en el rendimiento de pollos de engorde alimentados con dietas que contienen ensilaje de hojas de *T. diversifolia* sólo o mezclado con afrecho de yuca. Se utilizaron 150 hembras alojadas en 15 corrales, cada uno de los cuales fue asignado a los tratamientos según un diseño experimental Completamente al Azar. Los tratamientos consistieron en tres dietas suministradas a las aves entre los 35 y 56 d de edad: un control en donde recibieron sólo concentrado y otros dos en los que se suministró el concentrado del tratamiento control y adicionalmente se ofreció ensilaje de *T. diversifolia* ya sea sólo o mezclado con afrecho de yuca. El suministro de ensilaje no afectó el peso vivo a los 56 d de edad, pero redujo el consumo de concentrado ($P<0.05$) y el peso de la canal ($P<0.05$). Se concluye que el ensilaje de *T. diversifolia* se puede utilizar para disminuir el consumo de concentrado, pero es necesario realizar un adecuado acostumbamiento para evitar disminución en el consumo de materia seca.

Palabras clave: forrajes tropicales; recursos alimenticios no convencionales; botón de oro; girasol salvaje; potenciales fuentes de proteína.

SUMMARY

Tithonia diversifolia and cassava bran are two food resources that noted for their protein and energy levels, respectively. The aim of this study was to evaluate the response performance of broilers fed diets containing *T. diversifolia* silage alone or mixed with cassava bran. We used 150 females chickens, which were housed in 15 pens and each pen was assigned to the treatments according to a randomized experimental design. The treatments consisted of three diets that were supplied to birds between 35 and 56 d of age: a control where the birds were fed only concentrate and two other treatments in which the birds were supplied concentrate of control treatment and additionally offered *T. diversifolia* silage either alone or mixed with cassava bran. Silage supply did not affect live weight at 56 d of age, but resulted in a reduction in concentrate consumption ($P<0.05$) and the carcass weight ($P<0.05$). It was concluded that *T. diversifolia* silage can be used to decrease the consumption of concentrate, but is necessary to carry out a proper habituation to avoid decrease in dry matter intake.

Key words: Tropical forages; non-conventional feeding resources; gold button; wild sunflower; potential protein resources.

¹ Submitted May 25, 2016 – Accepted July 24, 2017. This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

INTRODUCCIÓN

Las materias primas convencionales utilizadas en la fabricación de alimentos balanceados para animales son costosas y de baja disponibilidad, lo que conduce a la necesidad de desarrollar estrategias alimenticias (Castaño y Cardona, 2015) que utilicen recursos autóctonos de las regiones tropicales (Amata y Lebari, 2013) y que estén disponibles en cantidades adecuadas. Los forrajes representan una fuente importante de nutrientes para los animales en la zona intertropical (Cardona *et al.*, 2012) y aunque en esta región existe la mayor diversidad genética en el mundo, los modelos de alimentación animal se han basado principalmente en el uso de muy pocas especies vegetales (Verdecia *et al.*, 2011). Se ha demostrado que la suplementación en avicultura con harina de hojas disminuye los costos de producción y mejora el margen de rentabilidad (Onyimonyi y Onu, 2009). El Botón de Oro (*Tithonia diversifolia*) es originario de Centroamérica, pero se encuentra ampliamente distribuido en el área tropical de varios continentes. Este forraje posee diferentes usos, entre los cuales se destaca su empleo en la alimentación animal, pues acumula tanto N en sus hojas como las leguminosas, es de rápido crecimiento, posee características que facilitan su cultivo (Mahecha y Rosales, 2005) y además es rico en minerales y vitaminas (Togun *et al.*, 2006b). De tal manera, el *T. diversifolia* posee un potencial uso en la alimentación de aves, aunque tiene bajo contenido de carbohidratos no fibrosos (CNF) (Castaño, 2012). El afrecho de yuca es un derivado del lavado de la yuca (*Manihot esculenta*) triturada para la producción de almidón y posee gran contenido de CNF, pero poca proteína (Carvalho *et al.*, 2009). Mezclar *T. diversifolia* con afrecho de yuca sería de gran utilidad para compensar la deficiencia de CNF del forraje y de proteína del afrecho.

Se ha evaluado la inclusión de harina de hojas de *T. diversifolia* en el alimento balanceado para pollos de engorde (Buragohain, 2016; Ekeocha, 2012), pero este uso tiene poca utilidad para los pequeños productores quienes acostumbran a suministrar concentrado comercial suplementado ya sea con forrajes o con diferentes subproductos de la finca (Soler y Fonseca, 2015). El suministro de forraje fresco es dispendioso y dificulta la programación de la cosecha para obtener un forraje de buena calidad, pero el suministro de forraje conservado a través de proceso de ensilaje puede ser una alternativa. El ensilaje es el principal método para preservar forrajes en países con clima cálido y húmedo (Bernardes y do Rêgo, 2014), debido a su menor dependencia al clima seco en comparación con el heno (Kasmaei *et al.*, 2013). A pesar de la dificultad que se presenta al ensilar forrajes tropicales (Phiri *et al.*, 2007), el *T.*

diversifolia puede ser ensilado adecuadamente (Castaño, 2012; Fasuyi *et al.*, 2010). En la literatura consultada no se encontraron reportes del suministro de *T. diversifolia* en forma de ensilaje. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de suplementar el concentrado comercial con ensilaje de hojas de *T. diversifolia* (EHTD) solo o mezclado con harina de yuca en la dieta de pollos de engorde entre los 35 y 56 d de edad sobre el peso, la canal y la eficiencia de la dieta.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El trabajo se llevó a cabo en la granja experimental El Jazmín de UNISARC, localizada en el municipio de Santa Rosa de Cabal (Risaralda), a los 4°58'82" LN y 75°37'43" LO, a 1645 msnm, una temperatura media de 18.6°C y una precipitación media anual de 2620 mm. El experimento se realizó entre septiembre y noviembre de 2015.

Periodo experimental y tratamientos

El experimento tuvo una duración 56 d (todas las aves recibieron el mismo manejo durante los primeros 35 d y los 21 d restantes se emplearon para evaluar las dietas experimentales). Los tratamientos consistieron en tres dietas suministradas a pollos de engorde entre los 35 y 56 d de edad: un control en donde las aves sólo recibieron concentrado comercial (C) y otros dos en los que se suministró el concentrado del tratamiento C y adicionalmente se ofreció EHTD ya sea sólo (E) o mezclado con afrecho de yuca (E+AY; 848.1 y 151.9 g kg⁻¹ MS de EHTD y de afrecho de yuca, respectivamente). Para el tratamiento E+AY se mezcló el ensilaje y el afrecho inmediatamente antes de ser suministrado. El ensilaje se ofreció a voluntad entre las 17:00 h hasta las 7:00 h del siguiente día, durante este intervalo de tiempo se retiró el concentrado para estimular el consumo del forraje.

El ensilaje se elaboró con hojas de *T. diversifolia* (42 d de recuperación, una producción de 4.54 kg FV/m²) en canecas plásticas (205 L). Para la elaboración del silo se cortaron las ramas de los árboles a las 10:00 h, se deshojaron de manera manual y se dejaron al sol hasta las 16:00 h para disminuir la humedad. Las hojas fueron picadas (aproximadamente 2.5 cm) en una picapasto (Trapp® TRF-300), se depositó el 20 % del material a ensilar (20 kg), se pisó para eliminar el aire y se le adicionó el aditivo (1 L); este proceso se repitió 5 veces hasta completar el ensilaje, momento en el cual se cubrió el forraje con plástico y sobre el mismo se depositó suficiente arena para permitir el cierre de la tapa y evitar cámaras de aire en el silo. Como aditivo se utilizó melaza de caña mezclada con

jugo fermentado de flora epífita (relación 4:1; p/v). El jugo fermentado se preparó adaptando lo descrito por Bureenok *et al.* (2006) de la siguiente manera: se maceraron 200 g de forraje fresco en 1 L de H₂O d por medio de una licuadora, el material macerado fue filtrado a través de dos capas de gasa, el jugo se mezcló con azúcar de caña (30 g de azúcar L⁻¹ de jugo), se depositó en una botella de vidrio ámbar evitando cámaras de aire, se agitó y se dejó en reposo por 18 h a temperatura ambiente. La composición química de los concentrados, el ensilaje de *T. diversifolia*, el afrecho de yuca y la mezcla ensilaje de *T. diversifolia*+afrecho de yuca empleados en el experimento se pueden apreciar en la Tabla 1.

Animales y manejo

Se utilizaron 150 hembras de la Línea Ross 308 con 1 d de edad y peso vivo de 44.0±3.6 g (Prom±DE), que fueron alojadas en 15 corrales (10 aves por corral) de 810 cm² (90 x 90 x 60 cm; ancho x largo x alto), con piso de viruta de madera, dotados de 2 bebederos tipo nipple y de 1 comedero tipo tolva (capacidad de 2 kg para los primeros 7 d y de 8 kg para los siguientes 42 d). Cada corral fue asignado a los tratamientos según un diseño experimental Completamente al Azar. Se realizó el mismo manejo a cada corral hasta que las aves cumplieron 35 d de edad, momento en el cual se realizó descarte para garantizar 7 aves con peso homogéneo por corral y se inició el suministro de las dietas experimentales. Se utilizaron criadoras a gas (1 criadora/6 corrales) para controlar la temperatura del galpón durante los primeros 28 d (30°C durante los primeros 2 d, luego se disminuyó 1°C cada 3 d hasta llegar a los 20°C al día 27). Los pollos fueron vacunados contra Newcastle La Sota a los 6 y 14 d (vía ocular) y Gumboro a los 17 d (vía oral). Se manejó un régimen de luz de 23 h durante los primeros 7 d y de 18 h hasta el sacrificio. Para garantizar el consumo voluntario de alimento se suministró el consumo del día inmediatamente anterior más el 10%.

Mediciones en las aves y recolección de muestras

Los animales se pesaron a los 35 d de edad y posteriormente cada 7 d hasta el sacrificio. El pesaje se realizó a las 7:00 h y previo al suministro del alimento. Luego del sacrificio se pesó la canal entera y sus partes: pechuga, muslos+contramuslos, alas, rabadilla y grasa abdominal. Cada semana se recolectaron aproximadamente 500 g de concentrado, de ensilaje de *T. diversifolia* y de la mezcla de ensilaje+afrecho, se empacaron en bolsas plásticas, se conservaron a -20°C y posteriormente se mezclaron de manera homogénea para formar una muestra compuesta. El ensilaje se deshidrató parcialmente a 60°C por 36 h. Las muestras fueron molidas a través

de un molino con criba de 1 mm y posteriormente se analizaron en el laboratorio. Los desperdicios del concentrado y de los ensilajes se colectaron y pesaron a las 7:00 h del siguiente día; los desperdicios de los ensilajes se empacaron en bolsas plásticas, se conservaron a -20°C y posteriormente se mezclaron para formar una muestra compuesta por semana y por corral, que se envió al laboratorio para determinar MS.

Análisis químicos

Al concentrado, al EHTD y a la mezcla de ensilaje+afrecho de yuca se les determinó la concentración de MS, cenizas (930.15 y 942.05, respectivamente; AOAC, 2010), PC (Thiex *et al.*, 2002), EE (2003-05; AOAC, 2010), FDN, FDA y lignina (Van Soest *et al.*, 1991). Los carbohidratos no estructurales (CNE) se estimaron según Brand *et al.* (2004): CNE = 100 - PC - FDN - EE - cenizas. La energía bruta se calculó teniendo en cuenta los valores caloríficos indicados por Zayed *et al.* (2014): 5.65, 9.45 y 4.12 kcal g⁻¹ de proteína, grasa y carbohidrato, respectivamente. Al desperdicio sólo se le determinó MS.

Análisis estadístico

Los datos se sometieron a análisis de varianza de un diseño experimental Completamente al Azar (Kaps y Lamberson, 2004) utilizando el programa Statistix Software 8.0 (Copyright© 1985-2003 Analytical Software) de acuerdo con el siguiente modelo: $y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$, donde y_{ij} es el valor de la observación, μ es el promedio de la población, τ_i es el efecto del tratamiento y ε_{ij} es el error experimental. Todos los efectos aleatorios fueron considerados $\sim N(0, \sigma^2_e)$. Se declararon diferencias significativas a $P < 0.05$ para los efectos principales. Se realizó la comparación múltiple entre los promedios de los tratamientos por medio de la prueba Tuckey.

RESULTADOS

Se presentó un efecto de la dieta sobre el peso vivo cuando las aves cumplieron 5 ($P < 0.0001$), 6 ($P = 0.0010$), 7 ($P = 0.0025$) y 8 ($P = 0.048$) semanas de edad. Los tratamientos afectaron la ganancia de peso por día durante la semana 5 de vida ($P < 0.0001$), pero no en las semanas 6 ($P < 0.7602$), 7 ($P = 0.6476$) y 8 ($P = 0.0928$); también afectaron la ganancia peso relativa (g por cada 100 g de peso vivo al iniciar la semana) durante la semanas 5 ($P = 0.0003$), 6 ($P = 0.0055$) y 8 ($P = 0.0248$) de vida, pero no en la semana 7 ($P < 0.8469$). Cuando las aves recibieron EHTD sólo o mezclado con afrecho de yuca el peso vivo fue menor a las 5, 6 y 7 semanas de edad; la ganancia de peso por día y la ganancia peso relativa

fueron menores durante la semana 5; mientras que la ganancia relativa de peso fue mayor durante las semanas 6 y 8. Aunque se presentó efecto de los tratamientos sobre el peso vivo a la semana 8 ($P=0.0480$), no se encontraron diferencias significativas entre los promedios según la prueba Tukey al 0.05, tampoco con las pruebas Scheffe,

multiplicative Sidak y Bonferroni al 0.05; pero según la prueba LSD ($P<0.05$) el peso de las aves que recibieron el tratamiento control fue mayor en comparación a las que se les suministró ensilaje (Tabla 2).

Tabla 1: Composición química de los concentrados, el ensilaje de hojas de *T. diversifolia*, el afrecho de yuca y la mezcla ensilaje de hojas *T. diversifolia*+afrecho de yuca empleados en el experimento

Composición química	Concentrado		Ensilaje de <i>T. diversifolia</i>	Afrecho de yuca	Ensilaje +Afrecho ¹
	Iniciación	Engorde			
Materia Seca (MS), g kg ⁻¹	879.3	870.3	232.0	869.8	156.7
Proteína cruda, g kg ⁻¹ MS	201.0	199.2	221.3	60.6	184.4
FDN, g kg ⁻¹ MS	106.7	119.4	163.8	2.8	158.4
FDA, g kg ⁻¹ MS	59.4	57.3	169.2	4.8	160.1
Lignina, g kg ⁻¹ MS	11.2	11.4	25.6	4.3	37.7
CNE ² , g kg ⁻¹ MS	576.7	554.9	439.0	898.7	484.6
Extracto etéreo, g kg ⁻¹ MS	50.6	79.2	12.1	33.7	31.2
Cenizas, g kg ⁻¹ MS	65.0	47.3	163.8	4.2	141.4
Energía bruta ³ , Mcal kg ⁻¹ MS	4.43	4.65	3.85	4.37	3.99

¹Relación de la mezcla: 848.1 y 151.9 g kg⁻¹ MS de ensilaje de *T. diversifolia* y de afrecho de yuca, respectivamente.

²Estimado según Brand *et al.* (2004): CNE= 100 - proteína cruda - FDN - extracto etéreo - cenizas. ³Calculado teniendo en cuenta valores caloríficos indicados por Zayed *et al.* (2014): 5.65, 9.45 y 4.12 kcal g⁻¹ para proteína, grasa y carbohidrato, respectivamente.

Tabla 2. Efecto de utilizar ensilaje de hojas de Botón de Oro (*T. diversifolia*) sólo o mezclado con afrecho de yuca en la dieta de pollos de engorde entre los 28 y 56 d de edad sobre el peso de las aves

Ítem	Tratamiento ¹			ESM ²	CV ³	P-value
	Control	Ensilajes de <i>T. diversifolia</i>	Ensilaje de <i>T. diversifolia</i> +Yuca			
Peso vivo 28 d de vida, g	1371	1316	1356	66	4.9	0.4109
Semana 5 de vida						
Peso vivo, g	2020 ^a	1790 ^b	1778 ^b	56	3.0	<0.0001
Ganancia peso día, g	92.8 ^a	67.8 ^b	60.2 ^b	6.1	8.3	<0.0001
Ganancia peso relativa ⁴	47.4 ^a	36.3 ^b	31.3 ^b	4.5	11.7	0.0003
Semana 6 de vida						
Peso vivo, g	2657 ^a	2447 ^b	2423 ^b	80	3.2	0.0010
Ganancia peso día, g	91.2	94.0	92.0	6.1	6.6	0.7602
Ganancia peso relativa ⁴	31.5 ^b	36.8 ^a	36.3 ^a	2.2	6.5	0.0055
Semana 7 de vida						
Peso vivo, g	3306 ^a	3059 ^b	3039 ^b	103	3.3	0.0025
Ganancia peso día, g	92.8	87.4	88.2	9.7	10.9	0.6476
Ganancia peso relativa ⁴	24.5	24.9	25.5	2.7	10.9	0.8469
Semana 8 de vida						
Peso vivo, g ⁴	3785	3633	3610	107	2.9	0.0480
Ganancia peso día, g	68.2	82.2	81.6	10.4	13.4	0.0928
Ganancia peso relativa ⁴	14.5 ^b	18.8 ^a	18.8 ^a	2.5	14.2	0.0248

¹Concentrado comercial (Control), concentrado del tratamiento control más ensilaje de hojas de *T. diversifolia* o el concentrado del tratamiento control más ensilaje de hojas de *T. diversifolia* mezclado con afrecho de yuca (848.1 y 151.9 g kg⁻¹ MS de ensilaje y de afrecho, respectivamente). Promedios con letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según la prueba Tukey al 0.05. ²Error estándar de la media. ³Coefficiente de variación.

⁴Incremento de peso (g) por cada 100 g de peso vivo al iniciar la semana. ⁴Aunque se presentó efecto de los tratamientos sobre el peso vivo a la semana 8 ($P=0.0480$), no se encontraron diferencias significativas entre los promedios según la prueba Tukey al 0.05.

Se presentó un efecto de la dieta sobre el consumo de concentrado durante las semanas 5 ($P<0.0001$), 7 ($P=0.0013$) y 8 ($P=0.0437$) de vida, pero no en la semana 6 ($P=0.4350$). Los tratamientos afectaron el consumo total de MS (concentrado+ensilaje) durante las semanas 5 ($P<0.0001$) y 7 ($P=0.0034$) de vida, pero no en las semanas 6 ($P=0.6403$) y 8 ($P=0.0544$). Se encontró un efecto de los tratamientos sobre el consumo acumulado de concentrado y de MS cuando las aves cumplieron 6, 7 y 8 semanas de vida ($P<0.01$). Cuando las aves recibieron los tratamientos E y E+AY presentaron menor consumo de concentrado (g MS) y de MS durante las semanas 5 y 7 de vida. El consumo acumulado de concentrado (g MS) y de MS fue menor para los tratamientos E y E+AY al cumplir 6, 7 y 8 semanas de vida. Se encontró un efecto de los tratamientos sobre el consumo de PC ($P<0.0017$) y energía bruta ($P<0.0014$). Cuando las aves recibieron los tratamientos E y E+AY presentaron menor consumo de PC y energía bruta. Aunque se presentó efecto de

los tratamientos sobre el consumo de concentrado durante la semana 8 ($P=0.0480$), no se encontraron diferencias significativas entre los promedios según la prueba Tukey al 0.05, tampoco con las pruebas Scheffe, multiplicativa Sidak y Bonferroni al 0.05; pero según la prueba LSD ($P<0.05$) las aves que recibieron sólo ensilaje consumieron menor cantidad de concentrado en comparación con los demás tratamientos (Tabla 3).

Se presentó un efecto de los tratamientos sobre la cantidad de concentrado consumido (g MS) por cada g PV incrementado durante la semana 6 de vida ($P=0.0151$), pero no en las semanas 5 ($P=0.0513$), 7 ($P=0.7721$) y 8 ($P=0.0903$). Durante la semana 6, las aves que recibieron el tratamiento E consumieron menos concentrado (g MS) por cada g de PV incrementado durante la semana en comparación con aquellas que recibieron el tratamiento control, pero no frente a E+AY (Tabla 4).

Tabla 3. Efecto de utilizar ensilaje de hojas de Botón de Oro (*T. diversifolia*) sólo o mezclado con afrecho de yuca en la dieta de pollos de engorde entre los 28 y 56 d de edad sobre el consumo de alimento

Ítem	Tratamiento ¹			ESM ²	CV ³	P-value
	Control	Ensilaje de <i>T. diversifolia</i>	Ensilaje de <i>T. diversifolia</i> +Yuca			
Consumo ensilaje, g	-	192	188			
Consumo semana 5 de vida, g MS						
Concentrado semana	984 ^a	774 ^b	746 ^b	34	4.1	<0.0001
Concentrado+Ensilaje Semana	984 ^a	785 ^b	759 ^b	34	4.1	<0.0001
Consumo semana 6 de vida, g MS						
Concentrado semana	1127	1089	1080	59	5.4	0.4350
Concentrado acumulado	2111 ^a	1863 ^b	1826 ^b	88	4.6	0.0005
Concentrado+Ensilaje semana	1127	1101	1092	59	5.4	0.6403
Concentrado+Ensilaje acumulado	2111 ^a	1886 ^b	1851 ^b	88	4.5	0.0011
Consumo semana 7 de vida, g MS						
Concentrado semana, g MS	1272 ^a	1171 ^b	1188 ^b	35	2.9	0.0013
Concentrado acumulado, g MS	3383 ^a	3035 ^b	3014 ^b	106	3.4	0.0002
Concentrado+Ensilaje semana, g MS	1272 ^a	1184 ^b	1196 ^b	35	2.9	0.0034
Concentrado+Ensilaje acumulado, g MS	3383 ^a	3069 ^b	3048 ^b	106	3.33	0.0004
Consumo semana 8 de vida, g MS						
Concentrado semana ⁴	1275	1200	1270	46	3.7	0.0437
Concentrado acumulado	4658 ^a	4235 ^b	4284 ^b	135	3.1	0.0006
Concentrado+Ensilaje semana	1275	1210	1285	47	3.8	0.0544
Concentrado+Ensilaje acumulado	4658 ^a	4279 ^b	4332 ^b	136	3.07	0.0016
Consumo PC, g	928 ^a	853 ^b	862 ^b	27	3.06	0.0017
Consumo energía bruta, Mcal	21.67 ^a	19.87 ^b	20.12 ^b	0.46	3.07	0.0014

¹Concentrado comercial (Control), concentrado del tratamiento control más ensilaje de hojas de *T. diversifolia* o el concentrado del tratamiento control más ensilaje de hojas de *T. diversifolia* mezclado con afrecho de yuca (848.1 y 151.9 g kg⁻¹ MS de ensilaje y de afrecho, respectivamente). Promedios con letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según la prueba Tukey al 0.05. ²Error estándar de la media. ³Coefficiente de variación.

⁴Aunque se presentó efecto de los tratamientos sobre el consumo de concentrado durante la semana 8 ($P=0.0480$), no se encontraron diferencias significativas entre los promedios según la prueba Tukey al 0.05.

Se presentó un efecto de los tratamientos sobre la cantidad de MS consumida (g) por cada g PV incrementado durante las semanas 5 ($P=0.0351$) y 6 ($P=0.0396$) de vida, pero no en las semanas 7 ($P=0.8688$) y 8 ($P=0.1006$). Las aves que recibieron el tratamiento E+AY consumieron mayor cantidad de MS (g) por cada g de PV incrementado durante la semana 5 en comparación con aquellas que recibieron el tratamiento control, pero no frente a E. Durante la semana 6, las aves recibieron el tratamiento E consumieron menos MS por cada g de PV incrementado durante la semana en comparación con aquellas que recibieron el tratamiento control, pero no frente a E+AY (Tabla 4).

Se presentó un efecto de los tratamientos sobre el consumo acumulado de concentrado (g MS) por cada g de PV incrementado hasta cumplir 8 semanas de edad ($P=0.0471$), pero no 6 ($P=0.2729$) y 7 ($P=0.6068$) semanas. Las aves que recibieron el tratamiento E presentaron menor consumo acumulado de concentrado (g MS) por cada g de PV incrementado al cumplir 8 semanas de vida en

comparación con aquellas que recibieron el tratamiento control, pero no frente a E+AY (Tabla 4).

La dieta no afectó el consumo acumulado de MS (g) por cada g de PV incrementado al cumplir 6 ($P=0.1675$), 7 ($P=0.4621$) y 8 ($P=0.0899$) semanas de vida (Tabla 4).

Se presentó un efecto del tratamiento sobre el peso de la canal ($P=0.0007$), la grasa abdominal ($P=0.0017$), la pechuga ($P=0.0067$) y los muslos+contramuslos ($P=0.0043$); pero no sobre el peso de las alas ($P=0.2436$). Las aves que recibieron los tratamientos E y E+AY presentaron menores pesos de la canal, grasa abdominal, pechuga y muslos+contramuslos frente al control. Los tratamientos afectaron el peso relativo (g por 100 g de peso vivo) de la canal ($P=0.0104$), grasa abdominal ($P=0.0052$) y pechuga ($P=0.0280$); pero no el de muslos+contramuslos ($P=0.1103$) y alas ($P=0.2244$). Las aves que recibieron el tratamiento E presentaron menor peso relativo de la canal, grasa abdominal y pechuga frente al control, pero no frente E+AY (Tabla 5).

Tabla 4. Efecto de utilizar ensilaje de hojas de Botón de Oro (*T. diversifolia*) sólo o mezclado con afrecho de yuca en la dieta de pollos de engorde entre los 28 y 56 d de edad sobre la eficiencia de la dieta

Eficiencia, g MS consumida kg ⁻¹ PV	Tratamiento ¹			ESM ²	CV ³	P-value
	Control	Ensilaje de <i>T. diversifolia</i>	Ensilaje de <i>T. diversifolia</i> +Yuca			
Semana 5 de vida						
Concentrado semana	1.52	1.65	1.79	0.15	9.33	0.0513
Concentrado+Ensilaje semana	1.52 ^b	1.67 ^{ab}	1.81 ^a	0.16	9.44	0.0351
Semana 6 de vida						
Concentrado semana	1.77 ^a	1.66 ^b	1.68 ^{ab}	0.05	3.21	0.0151
Concentrado acumulado	1.64	1.65	1.72	0.08	4.68	0.2729
Concentrado+Ensilaje semana	1.77 ^a	1.67 ^b	1.70 ^{ab}	0.05	3.20	0.0396
Concentrado+Ensilaje acumulado	1.64	1.67	1.74	0.08	4.78	0.1675
Semana 7 de vida						
Concentrado semana	2.00	1.92	1.93	0.18	9.29	0.7721
Concentrado acumulado	1.75	1.74	1.79	0.09	4.80	0.6068
Concentrado+Ensilaje semana	2.00	1.94	1.94	0.18	9.25	0.8688
Concentrado+Ensilaje acumulado	1.75	1.76	1.81	0.08	4.78	0.4621
Semana 8 de vida						
Concentrado semana	2.75	2.13	2.23	0.43	18.71	0.0903
Concentrado acumulado	1.93 ^a	1.83 ^b	1.91 ^{ab}	0.06	3.23	0.0471
Concentrado+Ensilaje semana	2.75	2.15	2.26	0.43	18.02	0.1006
Concentrado+Ensilaje acumulado	1.93	1.85	1.93	0.06	3.24	0.0899

¹Concentrado comercial (Control), concentrado del tratamiento control más ensilaje de hojas de *T. diversifolia* o el concentrado del tratamiento control más ensilaje de hojas de *T. diversifolia* mezclado con afrecho de yuca (848.1 y 151.9 g kg⁻¹ MS de ensilaje y de afrecho, respectivamente). Promedios con letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según la prueba Tukey al 0.05. ²Error estándar de la media. ³Coefficiente de variación.

Tabla 5. Efecto de utilizar ensilaje de hojas Botón de Oro (*T. diversifolia*) sólo o mezclado con afrecho de yuca en la dieta de pollos de engorde entre los 28 y 56 d de edad sobre el peso de la canal y sus partes.

Ítem	Tratamiento ¹			ESM ²	CV ³	P-value
	Control	Ensilaje de <i>T. diversifolia</i>	Ensilaje de <i>T. diversifolia</i> +Yuca			
Peso, g						
Canal	2771 ^a	2567 ^b	2583 ^b	67.4	2.6	0.0007
Grasa abdominal	108.1 ^a	77.8 ^b	90.6 ^b	10.1	10.9	0.0017
Pechuga	1085 ^a	978 ^b	992 ^b	46.8	4.6	0.0067
Muslos+contramuslos	1136 ^a	1061 ^b	1086 ^b	28.6	2.6	0.0043
Alas	551	525	541	22.5	4.2	0.2436
Peso Relativo⁴						
Canal	73.2 ^a	71.0 ^b	72.0 ^{ab}	1.1	1.5	0.0104
Grasa abdominal	3.0 ^a	2.1 ^b	3.0 ^{ab}	0.3	11.2	0.0052
Pechuga	29.0 ^a	27.0 ^b	27.5 ^{ab}	0.9	3.32	0.0280
Muslos+contramuslos	30.0	29.2	30.1	0.7	2.3	0.1103
Alas	14.5	14.5	15.0	0.5	3.3	0.2244

¹ Concentrado comercial (Control), concentrado del tratamiento control más ensilaje de hojas de *T. diversifolia* o el concentrado del tratamiento control más ensilaje de hojas de *T. diversifolia* mezclado con afrecho de yuca (848.1 y 151.9 g kg⁻¹ MS de ensilaje y de afrecho, respectivamente). Promedios con letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas según la prueba Tukey al 0.05. ²Error estándar de la media. ³Coefficiente de variación. ⁴g por 100 g de peso vivo.

DISCUSIÓN

El alimento representa entre el 60 y el 80% del total de los costos de producción en pollos de engorde (Buragohain, 2016). La creciente demanda y elevado costo de los alimentos convencionales para la producción animal, crea la necesidad de buscar alternativas (Amata y Lebari, 2013) de ingredientes que no compitan con nutrición humana (Buragohain, 2016), de bajo costo y que pueden ayudar a complementar las fuentes convencionales de proteína y mejorar el margen de rentabilidad; con este propósito se han utilizado las harinas de hojas de forrajes en la dieta de aves (Onyimonyi y Onu, 2009). En este trabajo se esperaba documentar el efecto de suplementar el concentrado comercial con EHTD sólo o mezclado con afrecho de yuca en la dieta de pollos de engorde entre los 28 y 56 d de edad sobre el peso, la eficiencia de la dieta y la canal, esperando que el suministro del ensilaje disminuyera el consumo de concentrado sin afectar el desempeño productivo.

El contenido de proteína del *T. diversifolia* se encuentra en un rango elevado dentro de las especies forrajeras utilizadas en alimentación de rumiantes (Mahecha y Rosales, 2005) y puede ser una fuente de proteína en animales monogástricos pues contiene elevada cantidad de aminoácidos esenciales, particularmente isoleucina, leucina y lisina, es rica en aminoácidos aromáticos como fenilalanina y valina, aunque es ligeramente baja en histidina, arginina, glicina y tirosina (Fasuyi y Ibitayo, 2011a; Fasuyi y Ibitayo, 2011b). La concentración de PC del EHTD (221.3 g kg⁻¹ MS) que se empleó en este trabajo es

superior al ensilaje reportado por Fasuyi *et al.* (2010, 206 g kg⁻¹ MS), inferior a la harina de hojas de *T. diversifolia* reportada por Buragohain (2013, 257 g kg⁻¹ MS) y superior a la empleada por Ekeocha (2012, 163 g kg⁻¹ MS), Togun *et al.* (2006c, 184 g kg⁻¹ MS) y Fasuyi y Ibitayo (2011b, 206 g kg⁻¹ MS). Estas diferencias pueden ser explicadas porque la concentración de nutrientes del *T. diversifolia* está influenciada por la edad (Buragohain, 2013; Verdecia *et al.*, 2011), la fertilidad del suelo, la procedencia (Fasuyi y Ibitayo, 2011b), el momento de cosecha, el estado de crecimiento (Togun *et al.*, 2006a) y el método de procesamiento (Togun *et al.*, 2006b). El contenido de proteína del concentrado utilizado durante la fase de engorde (199.2 g kg⁻¹ MS) es menor al del EHTD y mayor al de la mezcla ensilaje+afrecho (184.4 g kg⁻¹ MS); de tal manera, el ensilaje poseía la proteína suficiente para reemplazar parcialmente la proteína suministrada por el concentrado, mientras que la mezcla no. La incorporación de hojas como fuente de proteína en la alimentación de pollos de engorde ha ganado terreno debido a su disponibilidad, abundancia y relativo bajo costo (Onyimonyi y Onu, 2009); además, cuando se emplean para reemplazar parcialmente a los alimentos convencionales se reducen los costos sin afectar el desempeño productivo (Amata y Lebari, 2013).

En comparación con el grupo control, las aves que recibieron los tratamientos E y E+AY presentaron menor peso al cumplir 5, 6 y 7 semanas de vida. A pesar del efecto de los tratamientos sobre el peso de las aves con 8 semanas de edad (P=0.0480), según la prueba Tukey no se observaron diferencias

significativas al comparar los promedios del peso, pero si una tendencia hacia un menor peso vivo en comparación con el tratamiento control; según la prueba LSD ($P < 0.05$) el peso de las aves que recibieron el tratamiento control fue mayor con respecto a los demás tratamientos. Una elevada inclusión de *T. diversifolia* en la dieta podría explicar el menor peso, pues se ha reportado que al incrementar la su inclusión se disminuye el peso y el consumo (Buragohain, 2016; Buragohain y Kalita, 2015; Ekeocha, 2012; Togun *et al.*, 2006b). El consumo acumulado de ensilaje sólo o mezclado con afrecho (44 y 48 g MS por ave, respectivamente) representó el 1.03 y 1.11% del consumo de MS, respectivamente; porcentajes inferiores a lo máximo recomendado en la literatura. Los resultados de Buragohain (2016) y Ekeocha (2012), sugieren que el porcentaje máximo de inclusión de harina de hojas de *T. diversifolia* en el concentrado de pollos de engorde es 4 y 7.5 %, respectivamente; mientras que Togun *et al.* (2006a) indican el 5% para gallinas ponedoras y Togun *et al.* (2006b) el 10% para machos reproductores. De tal manera, una elevada inclusión de EHTD no explicaría el menor peso vivo de las aves que recibieron los tratamientos E y E+AY.

Un menor peso vivo para los tratamientos E y E+AY podría estar asociado a un menor consumo de concentrado y de MS. El *T. diversifolia* contiene taninos que reducen el consumo en pollos de engorde (Vilariño *et al.*, 2009) debido a que hacen amargo el alimento (Buragohain, 2016; Ekeocha, 2012). La concentración de taninos en el las hojas de *T. diversifolia* reportada por Buragohain (2013) es 57.9 g kg^{-1} MS, pero dicha concentración tiende a aumentar con la edad y puede ser influenciado por el ecotipo y por factores ambientales causantes de estrés (Verdecia *et al.*, 2011). El efecto de los taninos sobre el consumo depende de la concentración en la dieta (Vilariño *et al.*, 2009). En este trabajo no se determinó la concentración de taninos, pero teniendo en cuenta que el consumo de *T. diversifolia* se encontró por debajo del máximo nivel de inclusión recomendado en la literatura (Buragohain, 2016; Ekeocha, 2012; Togun *et al.*, 2006a) es poco probable que el EHTD aportara suficientes taninos como para disminuir el consumo de MS. Por otro lado, la disminución en el consumo de MS no fue consistente a través de todas las semanas, sólo se presentó disminución durante las semanas 5 y 7. Además, los factores anti-nutricionales se reducen con el proceso de ensilaje (Fasuyi y Ibitayo, 2011b) y se ha evidenciado una reducción en la concentración de taninos cuando se ensila *T. diversifolia* con melaza al 4% (Fasuyi *et al.*, 2010), que corresponde a la misma proporción de melaza empleada en este experimento.

El menor peso de las aves que recibieron EHTD

podría deberse a la presencia de factores anti-nutricionales que afectan la digestibilidad de la dieta. Los taninos, saponinas y fitatos son factores anti-nutricionales del *T. diversifolia* que disminuyen la biodisponibilidad de nutrientes (Fasuyi y Ibitayo, 2011b). Los taninos se unen a las enzimas y a la proteína de la dieta para formar complejos que no son digeribles (Buragohain, 2016; Ekeocha, 2012); las saponinas se unen a las células del intestino y afectan la absorción de nutrientes (Akande *et al.*, 2010); y los fitatos disminuyen la disponibilidad de minerales e inhiben enzimas digestivas (Akande *et al.*, 2010; Fasuyi y Ibitayo, 2011a). La eficiencia de la dieta no fue consistente a través de todas las semanas, el tratamiento control fue más eficiente (menos consumo de MS por unidad de producto) durante la semana 5 de vida con relación a E+AY, el tratamiento E fue más eficiente durante la semana 6 con respecto al control y durante el resto de semanas no se presentaron diferencias entre los tratamientos. Una baja disponibilidad de nutrientes debido a la presencia de factores anti-nutricionales supondría pérdida de eficiencia en la dieta, que no fue el caso en este experimento. De tal manera, se puede suponer que bajo las condiciones de este experimento no se presentó un efecto negativo de los factores anti-nutricionales debido a que éstos se disminuyen con el proceso de ensilaje (Fasuyi *et al.*, 2010), se presentó un bajo consumo de *T. diversifolia* y porque no se presentó una menor eficiencia de la dieta cuando las aves recibieron EHTD.

La disminución en el consumo concentrado y de MS sólo se presentó durante las semanas 5 y 7 de vida. En comparación con el tratamiento control, las aves que recibieron EHTD consumieron 23.0% y 21.6% menos concentrado y MS, respectivamente; mientras que la reducción en la semana 7 sólo fue de 7.3% y 6.4%, para el concentrado y la MS, respectivamente. Estos resultados, sumado a la ausencia de efecto de los tratamientos sobre el consumo de concentrado y MS durante las semana 6 y 8 de vida, podrían sugerir que la disminución en el consumo estuvo influenciada por falta en el acostumbramiento a la dieta con forraje. Los pollos son muy susceptibles a la calidad de alimento y cuando su dieta incluye sustratos voluminosos, se afecta el consumo de nutrientes y se requiere dar un periodo de adaptación para aumentar su capacidad fermentativa, con lo que se incrementa la disponibilidad de nutrientes y su absorción a nivel intestinal (Ortiz *et al.*, 2010). Togun *et al.* (2006a) indican que las aves tienen que acostumbrarse al sabor del alimento que contiene harina de hojas de *T. diversifolia* y de esta manera son capaces de maximizar la utilización de los nutrientes. En este trabajo, el EHTD sólo o mezclado con afrecho de yuca se ofreció al finalizar del día y durante toda la noche (entre 17:00 h hasta las 7:00 h del siguiente

día), momento en el cual se retiró el concentrado para estimular el consumo de forraje. Este sistema de alimentación se estableció para obligar el consumo del ensilaje y obtener una reducción en el consumo de concentrado. En concordancia con Fasuyi y Ibitayo (2011a), quienes indican que es necesario establecer técnicas de procesamiento para estimular el consumo voluntario de las dietas que contienen harina de hojas de *T. diversifolia*, los resultados de este trabajo sugieren la necesidad de encontrar estrategias que permitan un adecuado acostumbamiento al consumo de EHTD, sin disminuir el consumo total de MS, proteína y energía. Resultados de campo de nuestro grupo, sugieren que mezclar el ensilaje con el concentrado durante la semana de acostumbamiento puede ser una alternativa económicamente viable para evitar efecto negativo del suministro de ensilaje sobre el consumo de MS.

La ganancia de peso por día (g/d) y la ganancia de peso relativa (g de peso incrementado por 100 g de peso vivo al iniciar la semana) presentaron una tendencia diferente a la del peso vivo, que fue menor para los tratamientos recibieron EHTD. Las ganancias de peso (diaria y relativa) fueron menores en los tratamiento E y E+AY cuando se inició el suministro de las dietas experimentales, pero posteriormente la ganancia de peso por día no se vio afectada y la ganancia de peso relativa fue mayor para las aves que recibieron EHTD (semanas 6 y 8). Lo anterior sugiere, que el menor peso obtenido por las aves que recibieron los tratamientos E y E+AY se debió a una menor ganancia de peso durante la semana en la cual se inició el suministro las dietas experimentales, asociado a un menor consumo durante esta semana.

Cuando se inició el suministro de las dietas experimentales, el tratamiento control necesitó menor cantidad de concentrado (g) para incrementar una unidad de producto (g de peso vivo) en comparación con E+AY, pero posteriormente este tratamiento necesitó más concentrado en comparación con el tratamiento E. Lo que indica que mientras las aves se acostumbraban a las dietas experimentales el uso del concentrado fue menos eficiente. En este trabajo se esperaba que el suministro del ensilaje disminuyera el consumo de concentrado sin afectar el desempeño productivo y se encontró que las aves que recibieron EHTD necesitaron menos cantidad de concentrado por cada unidad de incremento en peso. En comparación con el tratamiento control, se presentó una reducción en el consumo de concentrado fue del 9%. Similar a lo encontrado por Ekeocha (2012) y Togun *et al.* (2006b) la inclusión de *T. diversifolia* en la dieta de pollos de engorde disminuye el costo del alimento. Contrario a lo esperado, la adición del afrecho de yuca no presentó un efecto aditivo sobre la ganancia de peso, ni sobre la eficiencia de la dieta; lo

cual sugiere que no es necesario mezclar el ensilaje con este sub-producto de la yuca.

El peso de la canal y sus partes fue menor para el tratamiento E, en comparación con el control, lo cual se asocia a un menor peso vivo. Resultados similares, son reportados por Buragohain y Kalita (2015), Ekeocha (2012) y Ekeocha y Afolabi (2012) quienes encontraron una disminución en el peso vivo y en el peso de la canal al aumentar la inclusión de *T. diversifolia*.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo indican que el ensilaje de las hojas de *T. diversifolia* se puede utilizar como alternativa para disminuir el consumo de concentrado, sin necesidad de mezclarlo con afrecho de yuca. Para tal efecto, es necesario realizar un adecuado proceso de acostumbamiento para evitar disminución en el consumo de materia seca.

AGRADECIMIENTOS

A los estudiantes del semillero de investigación Fenix de la Facultad de Ciencias Pecuarias de Unisarc, especialmente a Daniela Quintero F., por el apoyo en la recolección de la información. Este trabajo fue financiado con recursos del Sistema Nacional de Regalías, proyecto: Fortalecimiento del sector agropecuario y agroindustrial, mediante la innovación, ciencia y tecnología en el departamento de Risaralda (COD BPIN 2013000100119).

REFERENCIAS

- Akande, K., Doma, U., Agu, H., Adamu, H. 2010. Major antinutrients found in plant protein sources: their effect on nutrition. *Pakistan Journal of Nutrition*. 9:827-832.
- Amata, I., Lebari, T. 2013. Comparative evaluation of the nutrient profile of four selected browse plants in the tropics, recommended for use as non-conventional livestock feeding materials. *African Journal of Biotechnology*. 10:14230-14233. DOI: 10.5897/AJB11.2488
- AOAC. 2010. Official methods of analysis of AOAC International. United States.
- Bernardes, T., do Rêgo, A. 2014. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. *Journal of Dairy Science*. 97:1852-1861. DOI: 10.3168/jds.2013-7181
- Brand, T., Brandt, D., Cruywagen, C. 2004. Chemical composition, true metabolisable energy content and amino acid availability of grain

- legumes for poultry. *South African Journal of Animal Science*. 34:116-122. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v34i2.3815>
- Buragohain, R. 2013. Nutritive and non-nutritive composition of sunflower (*Tithonia diversifolia*). *Indian Veterinary Journal*. 90:106-109.
- Buragohain, R. 2016. Growth performance, nutrient utilization, and feed efficiency in broilers fed *Tithonia diversifolia* leaf meal as substitute of conventional feed ingredients in Mizoram. *Veterinary World*. 9:444-449. DOI: 10.14202/vetworld.2016.444-449
- Buragohain, R., Kalita, G. 2015. Effect of feeding *Tithonia Diversifolia* leaf meal (TDLM) on carcass traits and sensory characteristics of meat of commercial broilers in Mizoram. *International Journal of Livestock Research*. 5:47-54. DOI 10.5455/ijlr.20150922024406
- Bureenok, S., Namihira, T., Mizumachi, S., Kawamoto, Y., Nakada, T. 2006. The effect of epiphytic lactic acid bacteria with or without different byproduct from defatted rice bran and green tea waste on napiergrass (*Pennisetum purpureum* Shumach) silage fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 86:1073-1077. DOI: 10.1002/jsfa.2458
- Cardona, J., Montoya, J., Castaño, G. 2012. Digestibilidad aparente de cuatro concentrados empleados durante el levante *Oreochromis* sp. *Investigaciones Unisarc*. 10:15-21.
- Carvalho, J.N.d., Pires, A.J.V., Silva, F.F.d., Veloso, C.M., Santos-Cruz, C.L.d., Carvalho, G.G.P.d. 2009. Desempenho de ovinos mantidos com dietas com capim-elefante ensilado com diferentes aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 38:994-1000. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000600004>
- Castaño, G. 2012. Efecto del proceso del ensilaje sobre el valor nutricional de *Pennisetum purpureum*, *Tithonia diversifolia* y *Trichanthera gigantea*. *Investigaciones Unisarc*. 10:22-36.
- Castaño, G., Cardona, J. 2015. Engorde de conejos alimentados con *Tithonia diversifolia*, *Trichanthera gigantea* y *Arachis pintoii*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 18:147-154.
- Ekeocha, A., Afolabi, K. 2012. Carcass characteristics of broilers fed Mexican Sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaf meal-based diets. *Journal of Animal Production Advances*. 2:271-276.
- Ekeocha, A.H. 2012. Utilization of Mexican Sunflower (*Tithonia Diversifolia*, Hemsley a Gray) leaf meal on the average production cost and returns of broiler chicks. *Journal of Recent Advances in Agriculture*. 1:34-42.
- Fasuyi, A., Dairo, F., Ibitayo, F. 2010. Ensiling wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaves with sugar cane molasses. *Livestock Research for Rural Development*. 22:1-10. <http://www.lrrd.org/lrrd22/3/fasu22042.htm>.
- Fasuyi, A.O., Ibitayo, F.J. 2011a. Nitrogen balance and morphometric traits of weanling pigs graded levels of Wild Sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaf meal. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition & Development*. 11:5125-5141. <http://dx.doi.org/10.4314/ajfand.v11i5.70441>
- Fasuyi, A.O., Ibitayo, F.J. 2011b. Preliminary analyses and amino acid profile of wild sunflower (*Tithonia diversifolia*) leaves. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*. 5:164-170. <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v5i1.68094>
- Kaps, M., Lamberson, W.R. 2004. *Biostatistics for animal science*. United Kingdom.
- Kasmaei, K.M., Rustas, B.-O., Spörndly, R., Udén, P. 2013. Prediction models of silage fermentation products on crop composition under strict anaerobic conditions: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science*. 96:6644-6649. DOI: 10.3168/jds.2013-6858
- 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*. 17:1-11. <http://www.lrrd.org/lrrd17/9/mahe17100.htm>.
- Onyimonyi, A., Onu, E. 2009. An assessment of paw-paw leaf meal as protein ingredient for finishing broiler. *International Journal of Poultry Science*. 8:995-998. DOI: 10.3923/ijps.2009.995.998
- Ortiz, M., Lara, P., Lara, M.M., García, J. 2010. Evaluación de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorda. *Zootecnia Tropical*. 28:477-487.
- Phiri, M., Ngongoni, N., Maasdorp, B., Titterton, M., Mupangwa, J., Sebata, A. 2007. Ensiling characteristics and feeding value of silage made from browse tree legume-maize mixtures. *Tropical and Subtropical*

- Agroecosystems. 7:149-156.
- Soler, D.M., Fonseca, J.A. 2015. Producción sostenible de pollo de engorde y gallina ponedora campesina: revisión bibliográfica y propuesta de un modelo para pequeños productores. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental (RIAA)*. 2:29-43.
- Thiex, N.J., Manson, H., Anderson, S., Persson, J.-Å. 2002. Determination of crude protein in animal feed, forage, grain, and oilseeds by using block digestion with a copper catalyst and steam distillation into boric acid: collaborative study. *Journal of AOAC International*. 85:309-317.
- Togun, V., Farinu, G., Ojebiyi, O., Akinalde, J., Laogun, T. 2006a. Performance of Brown egg-type pullets fed diets containing graded levels of wild Sunflower (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray) forage meal as replacement for maize. *World Journal of Agriculture Sciences*. 2:443-449.
- Togun, V., Farinu, G., Olabanji, R. 2006b. Feeding graded levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia* Hemsl. A. Gray) meal in replacement of maize at pre-pubertal age, negatively impacts on growth and morphometric characteristics of the genitalia of anak 2000 broiler cocks at their pubertal age. *World Applied Sciences Journal*. 1:115-121.
- Togun, V., Farinu, G., RO, O. 2006c. Effect of graded levels of wild sunflower (*Tithonia diversifolia* Hemsl A. Gray) meal in prepubertal diets on the morphometric characteristics of the genitalia and some organs of Isabrown cocks at the pubertal age. *American Eurasian Journal of Scientific Research*. 1:61-67.
- Van Soest, P.v., Robertson, J., Lewis, B. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 74: 3583 - 3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Verdecia, D.M., Ramírez, J.L., Leonard, I., Álvarez, Y., Bazán, Y., Bodas, R., Andrés, S., Álvarez, J., Giráldez, F., López, S. 2011. Calidad de la *Tithonia diversifolia* en una zona del Valle del Cauto. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 12:1-13. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050511/051113.pdf>
- Vilariño, M., Métayer, J.P., Crépon, K., Duc, G. 2009. Effects of varying vicine, convicine and tannin contents of faba bean seeds (*Vicia faba* L.) on nutritional values for broiler chicken. *Animal Feed Science and Technology*. 150:114-121. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2008.08.001
- Zayed, M.Z., Zaki, M.A., Ahmad, F.B., Ho, W.-S., Pang, S.-L. 2014. Comparison of mimosine content and nutritive values of *Neolamarckia cadamba* and *Leucaena leucocephala* with medicago sativa as forage quality index. *International Journal of Scientific & Technology Research*. 3:146-150.