

## Rendimiento y contenido de proteína en forraje y ensilado de pasto Insurgente e híbridos de *Urochloa*

Alicia González Muñoz<sup>1</sup>  
Jonathan R. Garay Martínez<sup>2</sup>  
Benigno Estrada Drouaillet<sup>1</sup>  
Álvaro Bernal Flores<sup>3</sup>  
Andrés G. Limas Martínez<sup>1</sup>  
Santiago Joaquín Cancino<sup>1§</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario *Campus* Victoria. Edificio Centro de Gestión del Conocimiento 4° Piso, Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. CP. 87120. (alicia.gm16@hotmail.com; benestrada@docentes.uat.edu.mx; alimas@docentes.uat.edu.mx). <sup>2</sup>Campo Experimental Las Huastecas-INIFAP. Carretera Tampico-Mante km 55, Villa Cuauhtémoc, Altamira, Tamaulipas, México. (garay.jonathan@inifap.gob.mx). <sup>3</sup>Departamento de Investigación y Desarrollo, Semillas Papatotla SA de CV. Carretera Ocozocoautla-Cintalapa km 110, Col. El Aguacero, Ocozocoautla, Chiapas, México. CP. 29140. (ber.flores12@gmail.com).

Autor para correspondencia: sjoaquin@docentes.uat.edu.mx.

### Resumen

La ganadería en el estado de Tamaulipas se ve afectada debido a una marcada estacionalidad en la producción de forraje, que ocasiona escasez durante la época seca, por tanto, es necesario la conservación de forraje para hacer frente a este problema. Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar en condiciones de temporal y durante la época de mayor precipitación el rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) de materia seca total (MST) y hoja (MSH); así como, el contenido de proteína cruda (PC, %) en forraje y ensilado de pasto Insurgente, Mulato II, Cobra y Cayman. Los datos se analizaron en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones y comparación de medias mediante Tukey ( $p=0.05$ ). El híbrido Cayman presentó mayor acumulación ( $p\leq 0.05$ ) de MST y MSH (8.34 y  $8.27\ t\ ha^{-1}$ , respectivamente) en comparación con Insurgente (6.38 y  $6.25\ t\ ha^{-1}$ , respectivamente). El mayor ( $p\leq 0.05$ ) contenido de PC en forraje lo presentaron Cayman y Cobra, con 16.1% en promedio, mientras que Mulato II e Insurgente fueron los de menor valor para esta variable (14.6%, en promedio). La PC en el ensilado fue similar ( $p> 0.05$ ) para los cultivares evaluados, con promedio de 14.4%. Los híbridos Cayman y Cobra mostraron mayor rendimiento de forraje y contenido de proteína cruda, en comparación con Insurgente. El contenido de proteína cruda presente en el ensilado fue superior al 14%, lo que indica que estos cultivares se pueden conservar mediante esta técnica.

**Palabras clave:** Mulato II, *Urochloa* híbrido CIAT BR02/1752, *Urochloa* híbrido CIAT BR02/1794.

Recibido: enero de 2020

Aceptado: marzo de 2020

## Introducción

La ganadería en el estado de Tamaulipas se centra en la producción de bovinos carne y en menor proporción en caprinos y ovinos; donde el principal alimento proviene de pastizales o praderas, que se aprovechan, ya sea mediante corte o pastoreo (Ramírez *et al.*, 2008; Zárate *et al.*, 2012). Para el año 2017, dentro de la cadena agroalimentaria pecuaria bovinos carne ocupó el primer lugar con el 36% del valor de su producción, lo cual significó para el Estado más de 247 mil millones de pesos (SIAP, 2017) de ahí radica la importancia de incrementar la productividad en estos sistemas pecuarios, mediante tecnologías que permitan producir y conservar mayor cantidad de forraje, así como su valor nutritivo.

La producción de forraje en el estado de Tamaulipas presenta diversas dificultades, principalmente por la ubicación geográfica, que da origen a condiciones de trópico seco y hacia el norte, una zona de transición en la que presentan climas semiáridos. Dichas condiciones ambientales propician que el periodo de lluvias se presente durante el verano (alrededor de 80% de la precipitación anual) y escasez el resto del año; lo cual, ocasiona estacionalidad en la producción de forrajes (Gómez *et al.*, 2007; Garay-Martínez *et al.*, 2018). Las distintas especies forrajeras varían considerablemente en cuanto a su capacidad de adaptación a las condiciones de clima y suelo, lo cual ocasiona que algunas presenten mecanismos de adaptación a factores limitantes como la temperatura, humedad y disponibilidad de nutrientes (Atencio *et al.*, 2014).

Por esta situación, el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) inició un programa de mejoramiento genético del género *Urochloa* (antes *Brachiaria*), con el fin de incrementar la producción y valor nutritivo del forraje, tolerancia a sequía, etc. (Miles *et al.*, 2006). A partir de este programa, se liberaron dos híbridos de *Urochloa*: Mulato (año 2000) y Mulato II (año 2004) a través de Grupo Papalotla, una empresa mexicana de semillas (Hare *et al.*, 2007) y con el avance de las investigaciones se liberaron posteriormente los híbridos Cobra y Cayman, los cuales, al igual que el pasto Mulato II, presentan características productivas deseables como mayor rendimiento de materia seca, adaptabilidad y excelente valor nutritivo; de tal manera, que pueden ser una alternativa para la producción de forraje ante los diversos problemas climáticos (sequías e inundaciones) y edáficos (fertilidad deficiente), que afectan a los sistemas de producción animal (González, 2013).

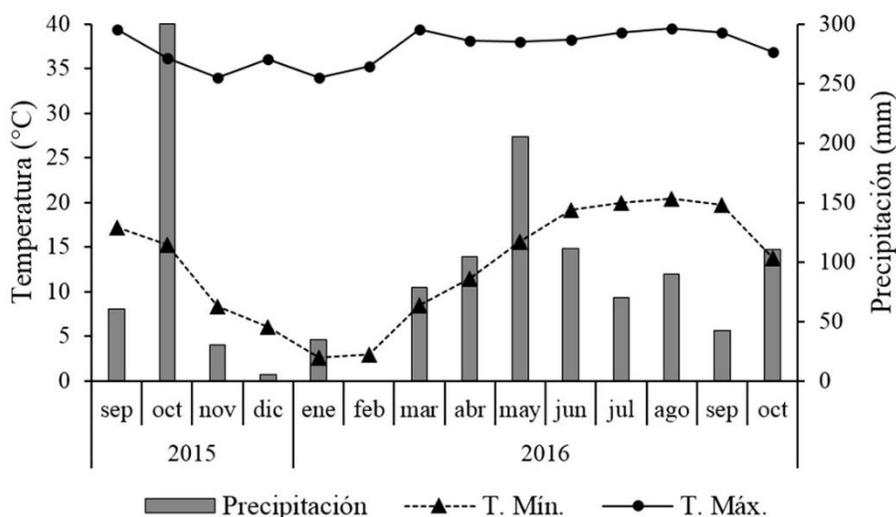
En Asia, África y América, existen estudios realizados en híbridos del género *Urochloa* (Mulato II, Cobra y Cayman) que han mostrado mayor producción de materia seca, hoja y semilla, mayores valores de digestibilidad y contenido de proteína cruda, además de tolerancia a sequía en comparación con otras brachiarias (Pizarro *et al.*, 2013). Se ha reportado que los híbridos de *Urochloa* (Cayman y Cobra) superan hasta en 14% (10.8 vs 9.4 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) en rendimiento de materia seca al pasto de mayor utilización (pasto Buffel) en el Centro de Tamaulipas y que 90% de la producción anual de forraje se presenta durante la época de mayor precipitación (Garay-Martínez *et al.*, 2018).

Para hacer frente a la escasez de alimento durante la época seca, se puede recurrir a la conservación de forraje, en este sentido, el ensilaje puede ser una opción, el cual permite conservar el forraje producido durante la época de lluvia y utilizarlo para la alimentación del ganado durante la época de sequía (Zambrano *et al.*, 2006). El rendimiento y valor nutritivo del ensilado dependerá

principalmente del forraje utilizado y de la edad de la planta al momento de la cosecha (Titterton y Bareeba, 2001). Al respecto, se han observado diferencias en las características del ensilado (materia seca, proteína, fibra cruda y digestibilidad) a diferentes intervalos de cosecha (Coromoto, 2013). Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el rendimiento y contenido de proteína cruda en el forraje y ensilado de pasto Insurgente e híbridos de *Urochloa*: Mulato II, Cobra y Cayman durante la época de máxima precipitación y en condiciones de temporal en el centro del estado de Tamaulipas, México.

## Materiales y métodos

El estudio se realizó bajo condiciones de temporal, durante los meses de mayo a octubre de 2016 (periodo de máxima precipitación) en el Ejido San Juan y El Ranchito, Victoria, Tamaulipas, México, ubicado en las coordenadas 23° 42' 57.33" latitud norte y 98° 59' 47.72" longitud oeste, a 249 msnm. El clima se clasifica como semiárido [BS<sub>1</sub>(h')hw; Vargas *et al.*, 2007]. Las condiciones climáticas, precipitación mensual acumulada y temperatura mensual promedio (máxima y mínima) que se registraron durante el periodo de estudio se observan en la Figura 1.



**Figura 1. Precipitación mensual acumulada y temperatura mínima (T. Mín.) y máxima (T. Máx.) del sitio durante el periodo de estudio. Ejido San Juan y El Ranchito, Cd. Victoria, Tamaulipas, México.**

Se evaluaron cuatro gramíneas del género *Urochloa*: tres híbridos (Mulato II, Cobra y Cayman) y como testigo a *U. brizantha* cv. Insurgente. La superficie total utilizada para el desarrollo del experimento fue de 1 563 m<sup>2</sup> (34 × 46 m). El tamaño de las parcelas experimentales fue de 25 m<sup>2</sup> (5 × 5 m), con una parcela útil de 1 m<sup>2</sup> al centro. Previo a la siembra, se realizó una prueba de germinación para determinar el porcentaje de semilla pura germinable (SPG) y con ello se determinó la dosis de siembra requerida (6 kg ha<sup>-1</sup> SPG).

Para el establecimiento de las praderas, se preparó el terreno mediante labores de cultivo convencionales utilizando tractor e implementos agrícolas como rastra y arado de discos para la roturación. Las parcelas se sembraron al voleo con semilla botánica el 10 de septiembre de 2015. Se aplicaron dos fertilizaciones, una al momento de la siembra y otra inmediatamente después del

primer corte de uniformidad (10 de enero 2016) aprovechando una lluvia atípica (34 mm; Figura 1), a una dosis de 60, 30 y 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, P y K, respectivamente. Como fuentes de fertilizante se utilizó MAP, KCl y sulfato de amonio. La presencia de maleza se controló mediante la aplicación del herbicida 2-4 D-amina + Picloram (3 L ha<sup>-1</sup>) y posteriormente, de forma manual. Al momento de iniciar la evaluación las praderas tenían 8 meses de establecidas y se realizó otro corte de uniformidad (15 de mayo de 2016) a 15 cm sobre el nivel del suelo.

Se cosechó el forraje presente en 1 m<sup>2</sup> a 15 cm sobre el nivel del suelo cada 28 días, se pesó y se tomó una submuestra de 200 g, la cual se separó en sus componentes morfológicos: hoja (vainas + lámina foliar) y tallo. Posteriormente, las muestras se colocaron en una estufa de aire forzado a 65 °C por 48 h. Después del periodo de secado, se registró el peso seco de las submuestras de forraje y se estimó el rendimiento y acumulación de materia seca total (MST; t ha<sup>-1</sup>) y de hoja (MSH; t ha<sup>-1</sup>). La altura de planta (AP; cm), se determinó antes de cada corte, como el promedio de tres mediciones por repetición, desde el nivel del suelo hasta el extremo superior de la planta y sin estirar las hojas.

A partir de la submuestra se tomaron las láminas foliares de 10 tallos para determinar el área foliar específica (AFE; cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>) y el índice de área foliar (IAF), con un integrador de área modelo CI-202 (CID Bio-Science, Inc<sup>®</sup>). El porcentaje de proteína cruda tanto en forraje como en ensilado se determinó con el contenido de nitrógeno total de una submuestra de cada repetición, mediante el método de micro Kjeldahl (Horwitz, 2000) y el valor de nitrógeno, se multiplicó por el factor 6.25, para obtener el contenido de proteína cruda.

Para la elaboración de los ensilados experimentales (unidades experimentales) se cosechó el forraje de los cultivares evaluados, cada 28 días de rebrote, mediante una cosechadora de forraje y se depositaron en bolsas de polietileno de 25 × 60 cm, calibre 6. La compresión y sellado de la bolsa se realizó de manera manual. Transcurridos 45 días posteriores al ensilaje, se extrajo una muestra de 300 g y se colocó en una estufa de aire forzado a 65 °C hasta obtener peso constante. Posteriormente, el ensilado seco se trituró en un molino con criba de 2 mm y se procedió a realizar la determinación del contenido de proteína cruda.

Los datos se analizaron con el procedimiento GLM (SAS, 2002), en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones. Cuando se encontró diferencia estadística significativa se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ( $p=0.05$ ).

## Resultados y discusión

### Rendimiento de materia seca de hoja y total

Se observó que en cada uno de los muestreos se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los cultivares evaluados (Cuadro 1). Del primer al tercer muestreo, Cayman presentó los mayores rendimientos de MST, 5.46, 0.27 y 1.03 t ha<sup>-1</sup>, mientras que, en el cuarto y quinto muestreo, Cobra, presentó los valores mayores (1.25 y 1.67 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente). Independientemente del muestreo, el cultivar Insurgente presentó los valores menores ( $p \leq 0.05$ ) de MST: 3.99, 0.13, 0.64, 0.63 y 0.98 t ha<sup>-1</sup>, del primer al quinto muestreo, respectivamente.

A pesar de que el rendimiento de Cayman disminuyó significativamente hacia el final de los muestreos, fue el cultivar que acumuló mayor cantidad de forraje ( $8.34 \text{ t ha}^{-1}$ ), en comparación con los demás cultivares que en promedio acumularon  $6.63 \text{ t ha}^{-1}$ . En términos generales, se observó que los híbridos fueron superiores en rendimiento de materia seca total a pasto Insurgente (Cuadro 1). Se observó que los valores de MSH fueron similares a los de MST en todos los muestreos, a excepción del primero, donde se observó que los valores fueron menores, como consecuencia de la aparición de tallos (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Rendimiento y acumulación de materia seca total y hoja de pasto Insurgente y tres híbridos de *Urochloa* durante el periodo de máxima precipitación (2016).**

Cultivar	Fecha de muestreo					Acumulado
	25-junio	23-julio	20-agosto	17-septiembre	15-octubre	
Rendimiento de materia seca total ( $\text{t ha}^{-1}$ )						
Insurgente	3.99 b	0.13 b	0.64 ab	0.63 c	0.98 bc	6.38 b
Mulato II	4.15 ab	0.12 b	0.64 ab	0.57 c	1.14 b	6.63 b
Cobra	3.23 b	0.12 b	0.61 b	1.25 a	1.67 a	6.87 b
Cayman	5.46 a	0.27 a	1.03 a	0.86 b	0.71 c	8.34 a
Rendimiento de materia seca de hoja ( $\text{t ha}^{-1}$ )						
Insurgente	3.93 b	0.13 b	0.64 ab	0.57 c	0.98 bc	6.25 b
Mulato II	4.13 ab	0.12 b	0.64 ab	0.54 c	1.14 b	6.57 b
Cobra	3.11 b	0.12 b	0.61 b	1.25 a	1.67 a	6.76 b
Cayman	5.40 a	0.27 a	1.03 a	0.86 b	0.71 c	8.27 a

Literales diferentes entre cultivares (a, b y c) indican diferencia estadística significativa (Tukey;  $p=0.05$ ).

El rendimiento de forraje obtenido durante el periodo de evaluación (máxima precipitación) se atribuyó a la disponibilidad de humedad y temperatura (Figura 1), con lo que se favoreció el crecimiento de los cultivares (Cruz *et al.* 2011; Cruz-Hernández *et al.*, 2017), ya que existe una relación positiva entre la cantidad de lluvia y el rendimiento de materia seca (Ramírez *et al.*, 2009; Cruz *et al.*, 2011). En otro estudio realizado en Güemes, Tamaulipas, se evaluaron los mismos cultivares de *Urochloa* a tres edades de rebrote, durante un año y se encontró que la acumulación de materia seca total fue de 6.49, 8.77, 6.31 y  $8.89 \text{ t ha}^{-1}$  para Insurgente, Mulato II, Cobra y Cayman, respectivamente, en seis muestreos realizados durante la máxima precipitación y a 4 semanas de rebrote (Garay-Martínez *et al.*, 2018).

En dicha investigación, Cayman mostró el mayor rendimiento en comparación a los demás cultivares al igual que en este estudio. Cobra presentó los mayores rendimientos al final de los muestreos (Cuadro 1), cuando se presentó una disminución considerable de la precipitación (Figura 1), debido a que este cultivar presenta mayor tolerancia a la sequía (Rojas-García *et al.*, 2018).

En este sentido, según Pizarro *et al.* (2010), los híbridos Cobra y Cayman, son cultivares de segunda generación, con alto potencial para la producción de forraje. Sin embargo, el menor rendimiento de forraje en la edad de rebrote evaluada (4 semanas) es consecuencia del intervalo corto de la planta para la acumulación de reservas (Donaghy *et al.*, 2008), lo cual se traduce en una menor tasa de crecimiento (Cruz-Hernández *et al.*, 2017).

En el presente estudio, se observó que durante la época de evaluación (máxima precipitación) solo en el primer muestreo existió diferenciación de los órganos de la planta (hojas y tallos), lo cual se debe al recambio de tejidos como resultado del crecimiento activo de los pastos (Castro *et al.*, 2013); consecuencia de mayor precipitación para ese muestreo (Figura 1). En este sentido, Bernal *et al.* (2016) mencionan que los híbridos Cayman y Mulato II, son cultivares que producen mayor cantidad de hojas y, de acuerdo con Cruz *et al.* (2011), la hoja es el componente que más aporta al rendimiento.

### Altura de planta

De los cinco muestreos realizados, existieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre cultivares en tres muestreos (1, 4 y 5) independientemente del muestreo, el cultivar Insurgente y Cobra mostraron la menor y mayor ( $p \leq 0.05$ ) altura de planta, 24 y 30.9 cm, respectivamente (Cuadro 2).

**Cuadro 2. Altura de planta, índice de área foliar (IAF) y área foliar específica (AFE) en pasto Insurgente y tres híbridos de *Urochloa*, durante el periodo de máxima precipitación.**

Cultivar	Fechas de muestreos										Promedio	
	25-junio		23-julio		20-agosto		17-septiembre		15-octubre			
Altura de planta (cm)												
Insurgente	35.4	a	18.1	b	19.1	a	19.9	b	27.6	bc	24	c
Mulato II	43.1	a	18.3	b	22.4	a	24.4	ab	31.7	b	28	b
Cobra	42.3	a	17.6	b	20.8	a	32.2	a	41.7	a	30.9	a
Cayman	39.4	a	23.3	a	17.2	a	26.6	ab	23	c	25.9	b
IAF												
Insurgente	4.3	b	0.3	b	0.8	a	0.5	b	0.8	b	1.3	b
Mulato II	5.6	ab	0.3	b	0.9	a	0.6	b	0.8	b	1.6	ab
Cobra	4.8	b	0.2	b	0.7	a	1.3	a	1.3	a	1.7	ab
Cayman	6.8	a	0.5	a	0.8	a	0.9	ab	0.5	b	1.9	a
AFE (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )												
Insurgente	167	c	195	b	145	b	113	a	126	a	149	c
Mulato II	174	c	248	a	175	a	113	a	125	a	167	b
Cobra	207	b	195	b	178	a	118	a	114	ab	162	b
Cayman	237	a	250	a	182	a	122	a	102	b	179	a

Literales diferentes entre cultivares (a,b,c) indican diferencia estadística significativa (Tukey;  $p = 0.05$ ).

Las diferencias observadas entre cultivares se deben al hábito de crecimiento característico de cada uno. El cultivar Cobra es descrito como hábito de crecimiento erecto (Hare *et al.*, 2015) a diferencia de Cayman que es de hábito semidecumbente (Enríquez *et al.*, 2015). En este sentido, Caetano y Bernardino (2008) describen al pasto Insurgente como de crecimiento erecto; sin embargo, en este estudio, Insurgente mostró hábito decumbente lo cual se debió, probablemente, a las condiciones ambientales y de manejo (cortes consecutivos), principalmente. En un estudio realizado por Machado *et al.* (2007), encontraron que la altura de la pradera de pasto Insurgente tuvo una relación

lineal con la oferta de forraje. Para este mismo cultivar, se reportó que conforme se aumentó la asignación de forraje se incrementó la altura de la pradera hasta un punto donde se mantiene estable (Mesquita *et al.*, 2010; Casagrande *et al.*, 2011).

### Índice de área foliar (IAF)

Durante la época evaluada, se encontró que el índice de área foliar varió entre cultivares ( $p \leq 0.05$ ). De los cinco muestreos realizados, existieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre cultivares en cuatro muestreos, con excepción del muestreo tres. Durante la época evaluada (máxima precipitación) se observó que los híbridos Cayman, Cobra y Mulato II presentaron mayor IAF con valores de 1.9, 1.7 y 1.6, respectivamente, en comparación a pasto Insurgente que fue de 1.5 (Cuadro 2).

Las diferencias entre los cultivares evaluados, con relación al IAF, se debió a la altura de la planta. Al respecto, se ha indicado que existe correlación positiva entre la altura de la planta y el IAF (Guenni *et al.*, 2005; Gomide *et al.*, 2009). También, se ha señalado que en praderas de *Urochloa* spp., cuando el IAF es superior a 3 se presentan pérdidas de forraje por muerte de láminas foliares en el estrato inferior (Zanchi *et al.*, 2009).

En el presente estudio, se observó que todos los cultivares evaluados presentaron en promedio IAF inferior a 3, a excepción de muestreo uno, donde todos los cultivares presentaron valores superiores a 3 y fue el cultivar Cayman quien presentó el valor máximo (6.8). En este sentido, el IAF aumenta a medida que la planta crece (Gómez-Carabalí *et al.*, 1999) y este aumento está estrechamente relacionado con el ahijamiento de la pradera y la cobertura del suelo (Rincón *et al.*, 2007; Ramírez-García *et al.*, 2012).

Por lo tanto, a medida que aumente el IAF de la pradera, se reduce la cantidad de luz que llega al suelo, lo que puede prevenir o retardar el crecimiento de malezas (Garay *et al.*, 2017). En un estudio realizado en Ecuador en cinco cultivares de *Urochloa*, Garay *et al.* (2017) encontraron diferencias significativas entre cultivares a 4 semanas de rebrote, donde pasto Insurgente y Mulato II tuvieron IAF de 1.8 y 2.6, respectivamente, valores similares a los obtenidos en el presente estudio, para los mismos cultivares (1.5 y 2, respectivamente).

### Área foliar específica (AFE)

Durante la época evaluada, existieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) en el AFE entre cultivares. Independientemente del muestreo, Cayman presentó los valores mayores en el AFE ( $p \leq 0.05$ ), con  $179 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ ; seguido de Mulato II y Cobra, quienes en promedio fue de 167 y  $162 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente e Insurgente fue el que presentó el valor menor,  $149 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$  (Cuadro 2). Las diferencias observadas en el AFE de los cultivares evaluados pudo deberse a que estos presentaron variaciones en la morfología y estructura de la hoja. Al respecto, Baruch y Guenni (2007) reportaron para *U. decumbens* y *U. brizantha*, promedios de 300 y  $270 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente, a las cuatro semanas de edad. Se ha indicado que los pastos con mayor AFE tienen hojas de menor espesor y concentraciones altas de nitrógeno (Pérez *et al.*, 2004; Garay *et al.*, 2017) y son consumidas por los animales en mayor cantidad (Zheng *et al.*, 2014).

Por tanto, los híbridos de *Urochloa* podrían tener mayor contenido de proteína y mejor aceptación por los animales, ya que la tendencia en los valores de AFE fue mayor en comparación con el cultivar Insurgente. En un estudio realizado en cinco cultivares de *Urochloa* en Ecuador, se encontraron diferencias significativas entre cultivares a 4 semanas de rebrote, donde pasto Insurgente y Mulato II tuvieron valores de AFE de 216 y 190 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, respectivamente (Garay *et al.*, 2017), valores superiores a los obtenidos en el presente estudio, para los mismos cultivares, 149 y 167 cm<sup>2</sup> g<sup>-1</sup>, respectivamente.

### Contenido de proteína cruda (PC) en forraje y ensilado

El contenido de PC en forraje fue diferente ( $p \leq 0.05$ ) entre los cultivares evaluados; donde los híbridos Cayman y Cobra presentaron 1.5% más PC en comparación con Mulato II e Insurgente (Cuadro 3). Al respecto, se ha observado que los pastos tropicales presentan bajo contenido de proteína en comparación con otras fuentes de forraje, lo que significa que su producción forrajera es más eficiente por cada unidad de materia seca producida que por unidad de proteína en la planta (Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar, 2007).

**Cuadro 3. Contenido de proteína cruda (%) en forraje y en ensilado de pasto Insurgente y tres híbridos de *Urochloa*, cosechados a cuatro semanas de rebrote, al inicio del periodo de máxima precipitación.**

Cultivar	Forraje		Ensilado	
Insurgente	14.7	b	14.3	a
Mulato II	14.5	b	14.3	a
Cobra	16.2	a	14.4	a
Cayman	16.1	a	14.5	a
Promedio	15.4		14.4	

Literales diferentes entre cultivares (a, b) indican diferencia estadística significativa (Tukey;  $p = 0.05$ ).

El contenido de proteína cruda disminuye con la edad de las plantas (Avellaneda *et al.*, 2008; Garay *et al.*, 2017) siguiendo un patrón curvilíneo con una mayor tasa de disminución hasta cierta edad de las plantas y una menor tasa decreciente (Gómez *et al.*, 2000). El contenido de proteína obtenido en pasto Mulato II (14.5% PC) fue muy similar al obtenido por Garay *et al.* (2017) en el mismo cultivar (14.6% PC) y a la misma edad de rebrote (4 semanas). En este sentido, estos valores son similares al encontrado por Castillo *et al.* (2006), a tres semanas de rebrote (15%).

En el presente estudio, los valores obtenidos de proteína cruda en los cultivares evaluados, fueron superiores a lo reportado por Costa *et al.* (2011) quienes al evaluar el valor nutritivo del forraje de cultivares de *Urochloa* cosechados a 40 días de rebrote y previo al ensilaje, encontraron valores de 12.8, 13.4 y 13.9% PC en Insurgente, Xaraés y Piatá, respectivamente. Independientemente del cultivar, los valores obtenidos de PC en forraje fueron superiores a los encontrados en otros estudios, debido probablemente, a la proporción de hojas, que fue del 98% ya que, según Pérez-Silva *et al.* (1999) el mayor contenido de N se encuentra en hojas.

Para elegir un cultivar, se deben considerar diversos parámetros productivos como el rendimiento de MS de la hoja, la concentración de PC, la tasa de rebrote, la respuesta a los fertilizantes, etc. (Garay *et al.*, 2017). En otro estudio, al evaluar la curva de crecimiento y calidad de pasto Cobra a dos intensidades de corte, Rojas-García *et al.* (2018) obtuvieron 14.3% PC en hoja, a 5 semanas de rebrote, resultado similar al obtenido en el presente estudio, a 4 semanas.

El contenido de proteína cruda en ensilado tuvo un comportamiento similar entre los cultivares evaluados ( $p > 0.05$ ); en promedio, obtuvieron 14.4% (Cuadro 3). Al evaluar la calidad del ensilado de cultivares de *Urochloa* cosechados a 40 días de rebrote y abiertos a los 60 días, Costa *et al.* (2011) encontraron valores de 9.12, 9.24 y 9.78% PC en Insurgente, Xaraés y Piatá, respectivamente; sin embargo, no encontraron diferencias significativas.

Al respecto, se ha observado que el genotipo y la edad de rebrote provocan variaciones en el contenido de proteína y se sugiere seleccionar forrajes con menor dilución de PC, para que se conserve por más tiempo el valor nutricional (Juárez *et al.*, 2011) y aprovechar el forraje por un lapso más prolongado (Juárez-Hernández y Bolaños-Aguilar, 2007). En este sentido, al evaluar el contenido de proteína cruda en forraje y ensilado en cultivares de *Urochloa*, Costa *et al.* (2011) encontraron una disminución entre el forraje y ensilado de 12.8 a 9.1, de 13.4 a 9.2 y de 13.9 a 9.8% PC para Insurgente, Xaraés y Piatá, respectivamente. En el presente estudio, los valores obtenidos de proteína cruda en forraje y en el ensilado, fueron muy similares, lo cual indica que podría ser una alternativa viable el método de conservación de forraje mediante ensilaje para épocas de escasez, debido a que mantiene prácticamente el mismo contenido de proteína.

## Conclusiones

Los híbridos Cayman y Cobra mostraron mayor rendimiento de forraje y contenido de proteína cruda, en comparación con Insurgente. El contenido de proteína cruda presente en el ensilado fue superior al 14%, lo que indica que estos cultivares se pueden conservar mediante esta técnica y ser una alternativa de alimentación para la época de escasez.

## Agradecimientos

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca otorgada a la primera autora. Al Grupo Papalotla por las facilidades para realizar la presente investigación.

## Literatura citada

- Atencio, L. M.; Tapia, J.; Mejía, S. L. y Cadena, J. 2014. Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo tres niveles de humedad en condiciones de casa malla. *Temas Agrarios*. 19(2):245-259. Doi: <https://doi.org/10.21897/rta.v19i2.1194>.
- Avellaneda, C. J.; Cabezas, G. F.; Quintana, Z. G.; Luna, M. R.; Montañez, V. O.; Espinoza, G. I.; Zambrano, M. S.; Romero, G. D.; Vanegas, R. J. y Pinargote, M. E. 2008. Comportamiento agronómico y composición química de tres variedades de *Brachiaria* en diferentes edades de cosecha. *Ciencia y Tecnología*. 1(2):87-94. <http://www.uteq.edu.ec/revistacyt/publico/archivos/C2-articulo-5.pdf>.
- Baruch, Z. and Guenni, O. 2007. Irradiance and defoliation effects in three species of the forage grass *Brachiaria*. *Trop. Grasslands* 41(4):269-276. <https://www.tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol-41-2007/Vol.41-04-2007-pp269-276.pdf>.
- Bernal, A.; Velázquez, V. H.; Ruíz, R.; Quero, A. R. y Pizarro, E. A. 2016 Potencial productivo en tres híbridos de *Urochloa*. In: III Congreso Mundial de Ganadería Tropical 2016. Cantú, A.; González, E. A.; López, R. y Ávila, J. M. (Eds.). Tamaulipas, México. 100-104 pp.

- Caetano, L. P. and Bernardino, D. M. F. 2008 Responses of six *Brachiaria* spp. accessions to root zone flooding. Rev. Bras. Zootec. 37(5):795-801. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000500003>.
- Casagrande, D. R.; Ruggieri, A. C.; Moretti, M. H.; Berchielli, T. T.; Vieira, B. R.; Roth, A. P. T. P. and Reis, R. A. 2011. Sward canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. Rev. Bras. Zootec. 40(10):2074-2082. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011001000002>.
- Castillo, M.; Vélez, M.; Rosas, J. C. y Trabanino, R. 2006. Producción y composición de los cultivares Mulato I y II de *Brachiaria* híbrido inoculados con micorriza y *Trichoderma harzianum*. Ceiba. 47(1-2):25-32. Doi: <https://doi.org/10.5377/ceiba.v47i1-2.444>.
- Castro, R.; Hernández, A.; Ramírez, O.; Aguilar, G.; Enríquez, J. F. y Mendoza, S. I. 2013. Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. Rev. Mex. Cienc. Pec. 4(2):201-215. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v4n2/v4n2a6.pdf>.
- Coromoto, E. 2013. Ensilado de pastos y forrajes como estrategia de conservación alimenticia para rumiantes. En: Manejo Pastos Forrajes Tropicales. Perozo, A. (Ed.). Ediciones Astro Data, SA. Maracaibo, Venezuela. 251-261 pp.
- Costa, K. A. P.; Assis, R. L.; Guimarães, K. C.; Severiano, E. C.; Neto, J. M. A.; Crunivel, W. S.; García, J. F. and Santos, N. F. 2011. Silage quality of *Brachiaria brizantha* cultivars ensiled with different levels of millet meal. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 63(1):188-195. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352011000100028>.
- Cruz, P. I.; Hernández, A.; Enríquez, J. F.; Mendoza, S. I.; Quero, A. R. y Joaquín, B. M. 2011. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt en el trópico húmedo de México. Rev. Fitotec. Mex. 2(34):123-131. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v34n2/v34n2a11.pdf>.
- Cruz-Hernández, A.; Hernández-Garay, A.; Aranda-Ibañez, E.; Chay-Canul, A. J.; Márquez-Quiroz, C.; Rojas-García, A. R. and Gómez-Vázquez, A. 2017. Nutritive value of Mulato grass under different grazing strategies. Ecosistemas Recur. Agrop. 10(4):65-72. Doi: <http://dx.doi.org/10.19136/era.a4n10.883>.
- Donaghy, D. J.; Turner, L. R. and Adamczewski, K. A. 2008. Effect of defoliation management on water-soluble carbohydrate energy reserves, dry matter yields, and herbage quality of tall fescue. Agron. J. 1(100):122-127. Doi: <http://dx.doi.org/doi:10.2134/agronj2007.0016>.
- Enríquez, J. F.; Hernández, A.; Quero, A. R. y Martínez, D. 2015. Producción y manejo de gramíneas tropicales para pastoreo en zonas inundables. INIFAP-Colegio de Postgraduados. Texcoco, Estado de México, México. 60 p.
- Garay, J. R.; Joaquín, S.; Zárate, P.; Ibarra, M. A.; Martínez, J. C.; González, R. P. and Cienfuegos, E. G. 2017. Dry matter accumulation and crude protein concentration in *Brachiaria* spp. cultivars in the humid tropics of Ecuador. Trop. Grassl. -Forrajes Trop. 2(5):66-76. Doi: [http://dx.doi.org/10.17138/TGFT\(5\)66-76](http://dx.doi.org/10.17138/TGFT(5)66-76).
- Garay-Martínez, J. R.; Joaquín-Cancino, S.; Estrada-Drouaillet, B.; Martínez-González, J. C.; Joaquín-Torres, B. M.; Limas-Martínez, A. G. y Hernández-Meléndez, J. 2018. Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. Ecosistemas Recur. Agropecuarios. 15(5):573-581. Doi: <http://dx.doi.org/10.19136/era.a5n15.1634>.

- Gómez, E.; Díaz, H.; Saldívar, A.; Briones, F.; Vargas, V. y Grant, W. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. *Téc. Pecu. Méx.* 1(45):1-17. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1791/1785>.
- Gómez, M. M.; Velásquez, J. E.; Miles, J. W. y Rayo, F. T. 2000. Adaptación de *Brachiaria* en el Piedemonte amazónico colombiano. *Pasturas Tropicales*. 22(1):19-25. <http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos-Ciat/PAST2214.pdf>.
- Gómez-Carabalí, A.; Rao, I. M.; Beck, R. F. y Ortiz, M. 1999. Adaptación de una gramínea (C4) y dos leguminosas (C3) forrajeras a un Andisol ácido degradado de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 20(1):2-8. <http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos-Ciat/PAST2011.pdf>.
- Gomide, C. A. M.; Reis, R. A.; Simili, F. F. and Moreira, A. L. 2009. Atributos estruturais e produtivos de capim-marandu em resposta à suplementação alimentar de bovinos e a ciclos de pastejo. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 44(5):526-533. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000500013>.
- González, B. 2013. Mejora genética en pastos tropicales. *In: manejo pastos forrajes tropicales*. Perozo, A. (Ed.). Ediciones Astro Data SA. Maracaibo, Venezuela. 1-10 pp.
- Guenni, O.; Gil, J. L. and Guedez, Y. 2005. Growth, forage yield and light interception and use by stands of five *Brachiaria* species in a tropical environment. *Trop. Grasslands*. 39(1):42-53. <http://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Historic/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/Abstracts/Vol.39-2005/Abs-39-01-2005-pp42-53.html>.
- Hare, M. D.; Tatsapong, P. and Saiprasert, K. 2007. Seed production of two *Brachiaria* hybrid cultivars in north-east Thailand. 1. Method and time of planting. *Trop. Grasslands*. 41(1):26-34. <https://tropicalgrasslands.asn.au/Tropical%20Grasslands%20Journal%20archive/PDFs/Vol-41-2007/Vol-41-01-2007-pp26-34.pdf>.
- Hare, M. D.; Pizarro, E. A.; Phengphet, S.; Songsiri, T. and Sutin, N. 2015. Evaluation of new hybrid *Brachiaria* lines in Thailand. 1. Forage production and quality. *Trop. Grassl.-Forrajes Trop.* 3(2):83-93. Doi: [http://dx.doi.org/10.17138/TGFT\(3\)83-93](http://dx.doi.org/10.17138/TGFT(3)83-93).
- Horwitz, W. 2000. Official Methods of AOAC International. 17<sup>th</sup> Edition, Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International, Gaithersburg. USA. 2000 p.
- Juárez, J.; Bolaños, E. D.; Vargas, L. M.; Medina, S. y Martínez-Hernández, P. A. 2011. Curvas de dilución de la proteína en genotipos del pasto *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. *Rev. Cub. Cien. Agríc.* 45(3):321-331. <https://www.redalyc.org/html/1930/193022270017/>.
- Juárez-Hernández, J. y Bolaños-Aguilar, E. D. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*. 23(1):81-90. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15423109>.
- Machado, L. A. Z.; Fabrício, A. C.; De Assis, P. G. e Maraschin, G. E. 2007. Estrutura do dossel em pastagens de capim-marandu submetidas a quatro ofertas de lâminas foliares. *Pesq. Agropec. Bras.* 42(10):1495-1501. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007001000018>.
- Mesquita, P.; Da Silva, S. C.; Paiva, A. J.; Caminha, F. O.; Pereira, L. E. T.; Guarda, V. A. and Nascimento, J. D. 2010. Structural characteristics of marandu palisadegrass swards subjected to continuous stocking and contrasting rhythms of growth. *Sci. Agr.* 67(1):23-30. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162010000100004>.

- Miles, J. W.; Cardona, C. and Sotelo, G. 2006. Recurrent selection in a synthetic *Brachiaria* grass population improves resistance to three spittlebug species. *Crop Sci.* 46(3):1088-1093. Doi: <https://dx.doi.org/10.2135/cropsci2005.06-0101>.
- Pérez, J. A.; García, M. E.; Enríquez, J. F.; Quero, A. R.; Pérez, J. y Hernández, A. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto "Mulato" (*Brachiaria* híbrido). *Téc. Pecu. Méx.* 42(3):447-458. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1397>.
- Pérez-Silva, G; Faría-Mármol, J. y González, B. 1999. Evaluación agronómica de gramíneas forrajeras en Carora, estado Lara, Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 16(6):621-636. <http://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/viewFile/11840/11829>.
- Pizarro, E. A.; Ruíz, R. R.; Ávila, F. y López, A. 2010. Informe anual. Departamento de Investigación y Desarrollo. Grupo Papalotla. México. 57 p.
- Pizarro, E. A.; Hare, M.; Mutimura, M. and Changjun, B. 2013. *Brachiaria* hybrids: potential, forage use and seed yield. *Trop. Grassl. -Forrajes Trop.* 1(1):31-35. Doi: [https://doi.org/10.17138/tgft\(1\)31-35](https://doi.org/10.17138/tgft(1)31-35).
- Ramírez, J. L.; Verdecia, D. y Leonard, I. 2008. Rendimiento y caracterización química del *Pennisetum* Cuba CT 169 en un suelo pluvisol. *REDVET Rev. Electrón. Vet.* 9(5):1-10. <http://nnn.redalyc.org/articulo.oa?id=63611397007>.
- Ramírez, O.; Hernández, A.; Carneiro, S.; Pérez, J.; Enríquez, J. F.; Quero, A. R.; Herrera, J. G. y Cervantes, A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Téc. Pecu. Méx.* 47(2):203-213. <https://cienciaspecuarias.inifap.gob.mx/index.php/Pecuarias/article/view/1476/1471>.
- Ramírez-García, J.; Almendros, P. and Quemada, M. 2012. Ground cover and leaf area index relationship in a grass, legume and crucifer crop. *Plant Soil Environ.* 58(8):385-390. Doi: <https://doi.org/10.17221/195/2012-PSE>,
- Rincón, A.; Ligarreto, G. A. y Sanjuanelo, D. 2007. Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria* sp.) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. *Agron. Colomb.* 25(2):264-272. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/14129/14884>.
- Rojas-García, A. R.; Torres-Salado, N.; Maldonado-Peralta, M. Á.; Sánchez-Santillán, P.; García-Balbuena, A.; Mendoza-Pedroza, S. I.; Álvarez-Vázquez, P.; Herrera-Pérez, J. y Hernández-Garay, A. 2018. Curva de crecimiento y calidad del pasto Cobra (*Brachiaria* híbrido BR02/1794) a dos intensidades de corte. *Agroproductividad.* 11(5):34-38. <http://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/368/256>.
- SAS. 2002. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0). Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc.
- SIAP. 2017. Anuario estadístico de la producción ganadera. Tamaulipas. Producción, precio, valor, animales sacrificados y peso 2017. <https://nube.siap.gob.mx/cierre-pecuario/>.
- Titterton, M. y Bareeba, F. 2001. Ensilaje de gramíneas y leguminosas en los trópicos. In: Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. Mannetje, L. (ed.). FAO. Italia. 53-56 pp.
- Vargas, T. V.; Hernández, R. M. E.; Gutiérrez, L. J.; Plácido, D. C. J. y Jiménez, C. A. 2007. Clasificación climática del Estado de Tamaulipas, México. *Ciencia UAT.* 2(2):15-19. <http://www.revistaciencia.uat.edu.mx/index.php/CienciaUAT/article/view/444/254>.

- Zambrano, C.; Sánchez, D. y Uzcátegui, J. 2006. Consumo y digestibilidad de pasto King Grass (*Pennisetum purpureum*) fresco y ensilado con *Leucaena leucocephala* en ovinos en crecimiento. Revista UNELLEZ de Ciencia y Tecnología. 24(9):77-82. <http://revistas.unellez.edu.ve/revista/index.php/ruct/article/view/98/93>.
- Zanchi, F. B.; Waterloo, M. J.; Aguiar, L. J. C.; Randow, C. V.; Kruijt, B.; Cardoso, F. L. e Manzi, A. O. 2009. Estimativa do índice de área foliar (IAF) e biomassa em pastagem no estado de Rondônia, Brasil. Acta Amaz. 39(2):335-348. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672009000200012>.
- Zárate, P.; Ibarra, M. A.; Limas, A. G. y Escamilla, O. S. 2012. Manejo de la calidad del forraje en sistemas ganaderos. En: Nutrición y Manejo de Bovinos Productores de Carne. Hernández J. (Ed.). Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. 14-34 pp.
- Zheng, S. X.; Li, W. H.; Lan, Z. C.; Ren, H. Y.; Wang, K. B. and Bai, Y. F. 2014. Testing functional trait-based mechanisms underpinning plant responses to grazing and linkages to ecosystem functioning in grasslands. Bio. Disc. 11(9):13157-13186. Doi: <https://doi.org/10.5194/bgd-11-13157-2014>.