



Rendimiento y digestibilidad de forraje de cultivares de *Urochloa* spp. a tres edades de rebrote en épocas de lluvias y seca



Jonathan Raúl Garay Martínez ^a

Benigno Estrada Drouaillet ^b

Juan Carlos Martínez González ^b

Santiago Joaquín Cancino ^{b*}

Hernán Patricio Guevara Costles ^c

Marco Vinicio Acosta Jácome ^d

Eugenia Guadalupe Cienfuegos Rivas ^b

^a Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Las Huastecas. Tamaulipas, México.

^b Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Ingeniería y Ciencias. Tamaulipas, México.

^c Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

^d Universidad Tecnológica Equinoccial, Campus Santo Domingo-Escuela de Ingeniería Agropecuaria, Vía Chone Km. 4 ½ y Av. Italia. 230101. Santo Domingo, Ecuador.

* Autor de correspondencia: sjoaquin@docentes.uat.edu.mx

Resumen:

El trópico húmedo ecuatoriano tiene potencial para la producción ganadera y los cultivares de *Urochloa* pueden ser una opción para la producción de alimento, pero se deben considerar las condiciones ambientales y de manejo, ya que estas determinarán el rendimiento y valor

nutritivo del forraje. Se evaluó el rendimiento de materia seca total (MST; t ha⁻¹), componentes morfológicos (%; hoja, tallo, material muerto e inflorescencia) y la digestibilidad *in situ* de la MS (DISMS; g kg⁻¹) en cinco cultivares de *Urochloa*: Mulato II, Marandú, Xaraés, Piatá y Señal (testigo), a tres edades de rebrote (4, 6 y 8 semanas), durante las épocas de lluvias (ELL) y seca (ESE). Los datos se analizaron dentro de cada época con un diseño de bloques completos al azar en arreglo de parcelas divididas. Durante la ELL no hubo diferencia ($P>0.05$) en MST, entre cultivares evaluados. Durante la ESE Marandú presentó menor rendimiento que Xaraés (0.92 vs 1.21 t ha⁻¹). La proporción de componentes morfológicos fue diferente entre cultivares ($P<0.05$) y las hojas fueron el componente que más contribuyó al rendimiento. La DISMS se redujo de 64 a 56 % y de 60 a 56 %, cuando el forraje se cosechó a 4 y 8 semanas durante la ELL y ESE, respectivamente. Los cultivares evaluados mostraron rendimientos aceptables de MST, 2.6 y 1.0 t ha⁻¹ y DISMS, 602 y 574 g kg⁻¹, durante la ELL y ESE, respectivamente; por lo que pueden ser una alternativa forrajera para la ganadería del trópico húmedo de Ecuador.

Palabras clave: *Brachiaria* híbrido, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, Época de lluvias, Época seca, Composición morfológica, Valor nutritivo.

Recibido: 25/02/2020

Aceptado: 22/12/2020

En los sistemas pecuarios, mayormente en rumiantes, esta actividad se basa en el uso de forrajes como fuente de alimento de bajo costo en sistemas de producción extensivos y como complemento en los sistemas intensivos⁽¹⁾. La productividad de la ganadería en las zonas tropicales de Ecuador está limitada por el bajo rendimiento de forraje de las praderas, en su mayoría constituidas por especies de *Urochloa* (Sin. *Brachiaria*): *U. humidicola* y *U. decumbens*; las cuales presentan problemas relacionados con bajo rendimiento de forraje y valor nutritivo; además, son susceptibles al efecto dañino de especies de *Aeneolamia* spp. y hongos foliares como *Rhizoctonia solani*, las cuales reducen significativamente el rendimiento de forraje⁽²⁾.

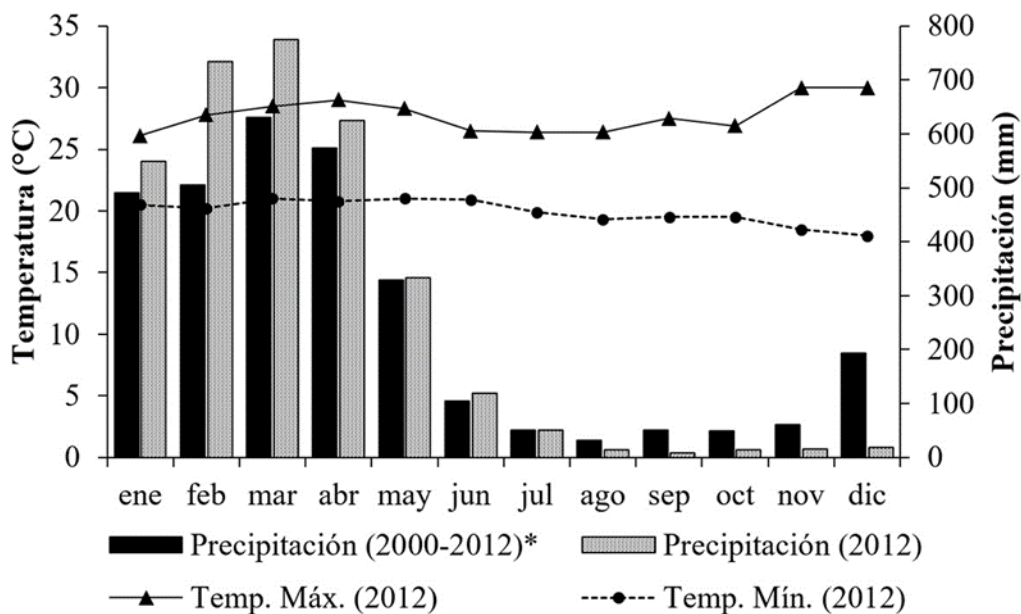
Para aumentar la producción pecuaria se han seleccionado cultivares de *Urochloa* por su adaptación a suelos con deficiente fertilidad y niveles tóxicos de aluminio, resistencia a plagas y enfermedades y mayor rendimiento y valor nutricional del forraje⁽³⁾. De esta manera, se han liberado al mercado diferentes cultivares de este género como opciones para superar las problemáticas observadas en las gramíneas mencionadas⁽⁴⁾. Se ha reportado que la producción anual de materia seca (MS) en *U.* híbrido cv. Mulato II y *U. brizantha* cv. Xaraés

oscila entre 25 y 30 t ha⁻¹(5,6,7); mientras que en *U. decumbens* es de 11 a 19 t ha⁻¹(8). En este sentido, en evaluaciones de *U. decumbens*, *U.* híbrido cv. Mulato I, *U. humidicola*(9,10,11), *U. brizantha* cv. Marandú y *U.* híbrido cv. Mulato II(12) se encontraron similitudes en la producción de MS total, sin embargo, se observaron diferencias en la composición morfológica; algunos genotipos con mayor producción de hojas (Mulato I y II), correlacionado con mayor contenido de proteína cruda(13). El híbrido Mulato II supera significativamente en calidad del forraje a otras braquiarias comúnmente utilizadas (*U. brizantha* y *U. humidicola*), debido a que presenta hasta 67 % de digestibilidad de la MS(14); mientras que la digestibilidad en Xaraés y *U. decumbens*, es de 58 y 43 %, respectivamente(15).

La composición genética determina la capacidad productiva de cualquier especie forrajera(2); pero los factores ambientales (condiciones climáticas) y el manejo de la pradera modifican la expresión del comportamiento forrajero y su valor nutritivo(16,17). En este sentido, se recomienda que antes de introducir un nuevo material forrajero, se debe evaluar el comportamiento agronómico de manera controlada y determinar si representan una opción viable para la ganadería en la región(11). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento de forraje, composición morfológica y digestibilidad *in situ* del forraje de cultivares de *Urochloa* spp. a tres edades de rebrote, durante las épocas de lluvias y seca en condiciones de trópico húmedo del Ecuador.

El estudio se realizó en condiciones de temporal de diciembre 2011 a noviembre de 2012. El sitio experimental se encuentra en la Granja “El Oasis” perteneciente a la Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Campus Santo Domingo, Ecuador. Las coordenadas geográficas son: 00° 13' 19.70" S y 79° 15' 39.00" O (406 msnm). El suelo del lugar se clasifica como Andisol, con pH de 5.9 y 2.2 % de materia orgánica. Presenta contenidos de 41.0, 6.5, 6.3 y 42.0 mg kg⁻¹ de NH₄, P, S y Fe, respectivamente; además, 0.3, 8.3 y 2.9 cmol kg⁻¹ de K, Ca y Mg, respectivamente. La clasificación climática según Köppen es de clima tropical monzónico (Am), que se caracteriza por presentar dos épocas o estaciones bien definidas, la lluviosa de enero a junio y la seca de julio a diciembre. La precipitación pluvial y la temperatura media mensual (máxima y mínima) registrados durante el período de evaluación y la precipitación promedio mensual del año 2000 al 2012 se observan en la Figura 1.

Figura 1: Variables climáticas durante el periodo experimental, considerando la época de lluvias (enero a junio) y seca (julio a diciembre)



Los factores en estudio incluyeron: 1) tres cultivares de *U. brizantha* (Marandú, Piatá y Xaraés), el híbrido Mulato II (*U. ruziziensis* X *U. brizantha*) y como testigo, *U. decumbens*; 2) edad de rebrote, 4, 6 y 8 semanas. Los genotipos se cosecharon en cada edad de rebrote durante la época de lluvias (13 de marzo al 12 de mayo, $T_{\min}=20.8$ °C, $T_{\max}=28.6$ °C y precipitación acumulada de 1,733 mm) y seca (07 de septiembre al 03 de noviembre, $T_{\min}=19.2$ °C, $T_{\max}=28.1$ °C y precipitación acumulada de 39 mm).

Para la siembra (17 de diciembre de 2011) se utilizó semilla comercial; para garantizar la emergencia de al menos una planta, se depositaron tres semillas en bolsa negra de polietileno, con capacidad aproximada de 2 kg de suelo (del mismo sitio experimental). A las siete semanas posteriores a la siembra (4 de febrero de 2012), las plantas se trasladaron a parcelas de 5×5 m (25 m²), donde quedaron distribuidas a 0.5 m de distancia entre plantas y surcos (40,000 plantas ha⁻¹). El área útil dentro de cada parcela fue de 9 m², donde estuvieron 7 surcos de 3 m (con 7 plantas cada uno), de los cuales se seleccionaron tres al azar para cosecharlos en cada una de las edades de rebrote. Al momento del trasplante todas las parcelas se fertilizaron con 120, 60, 70, 60, y 50 kg ha⁻¹ de N (Urea, FERTISA S. A., Ecuador), P₂O₅ (DAPHOS, Tecnifertpac S. A., Ecuador), K₂O (Muriato de potasio, FERTISA S. A., Ecuador), Mg (óxido de magnesio, Interfilk S. A., Ecuador) y SO₄ (Sulfato de amonio, FERTISA S. A., Ecuador), respectivamente.

Para iniciar con la evaluación durante la época de lluvias (17 de marzo de 2012), a las seis semanas después del trasplante, se realizó un corte de uniformidad a 15 cm sobre el nivel del suelo. Al finalizar la época de lluvias, se permitió que las parcelas se recuperaran para evitar el traslape entre las dos épocas y no tener efectos confundidos por época, y se realizó otro corte de uniformización para iniciar la evaluación durante la época seca (07 de septiembre de 2012). Durante cada muestreo se cosechó a 15 cm sobre el nivel del suelo todo el forraje presente en 3 m (siete plantas) y se pesó en una balanza de precisión (Modelo PB3002-S, Mettler Toledo®, Suiza) al momento del corte (materia verde). Las muestras se secaron en estufa de aire forzado (Modelo 100-800, Memmert,) a 65 °C por 48 h para estimar el contenido de materia seca (MS). Se seleccionaron dos submuestras de aproximadamente 0.2 y 1.0 kg: la primera se separó en componentes morfológicos (hoja, tallo, material muerto e inflorescencia); la segunda, se utilizó para análisis químicos y digestibilidad *in situ*.

Las variables evaluadas incluyeron: rendimiento de materia seca total (MST; t ha⁻¹) y MS de los componentes morfológicos (%): hoja (MSh), tallo (MSt), material muerto (MSmm) e inflorescencia (MSi). El contenido (g kg⁻¹) de fibra detergente neutro (FDN), y ácido (FDA) y lignina (Lig) de la MST se determinó mediante analizador de fibra ANKOM (ANKOM 200/220®) y los protocolos de ANKOM Technology⁽¹⁸⁾. La digestibilidad *in situ* de la MS (DISMS; g kg⁻¹) se determinó mediante la técnica de Vanzant *et al*⁽¹⁹⁾. Para la DISMS, las muestras de los cultivares de *Urochloa* se molieron a tamaño de partícula de 2 mm y se colocaron 4 g de muestra (MS) en bolsas de nailon de 15×7 cm con tamaño de poro de 50 ± 10 µm, atadas a cadena metálica. Las muestras se incubaron por 48 h en tres vacas Holstein (560 ± 23 kg) con cánula ruminal, que se encontraban alimentándose en praderas de *Lolium perenne* y tuvieron agua a libre acceso. Las muestras se retiraron y se lavaron con agua corriente del grifo hasta que el efluente se tornó claro. Posteriormente, se secaron en estufa de aire forzado a 65 °C por 48 h y se pesaron en balanza analítica (Mettler Toledo PB3002-S®, Suiza).

Los datos se analizaron por época, con el procedimiento GLM de SAS⁽²⁰⁾, en diseño completamente al azar con cuatro repeticiones y arreglo de parcelas divididas, la parcela grande fue el cultivar y la parcela pequeña la edad de rebrote. Las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$).

Durante la época de lluvias, la edad de rebrote influyó positivamente en el rendimiento de forraje ($P<0.05$), aumentó de 1.14 a 4.23 t MS ha⁻¹ por corte, cuando el forraje se cosechó a 4 y 8 semanas, respectivamente. El cultivar Marandú presentó el menor rendimiento de MST (0.79 t ha⁻¹) a las 4 semanas de rebrote ($P<0.05$); mientras que a las semanas 6 y 8, la MST fue similar ($P>0.05$) entre los cultivares. Este comportamiento propició que no se observaran

diferencias ($P>0.05$) en rendimiento de MST (2.64 t ha^{-1}) promedio de las edades de rebrote entre los cultivares evaluados. Durante la época seca, se observó que, el cultivar Marandú presentó los valores menores ($P<0.05$) de MST en comparación con Xaraés ($0.92 \text{ vs } 1.21 \text{ t ha}^{-1}$; Cuadro 1). Así mismo, se observó que el rendimiento de forraje disminuyó 60 % durante la época seca ($2.64 \text{ vs } 1.05 \text{ t ha}^{-1}$).

Cuadro 1: Rendimiento de materia seca total (t ha^{-1}) de cinco cultivares de *Urochloa* a tres edades de rebrote durante la época de lluvias (marzo-mayo) y seca (septiembre-noviembre)

| Cultivar | Época de lluvias | | | | Época seca | | | |
|-----------|---------------------------|--------|--------|----------|---------------------------|---------|---------|----------|
| | Edad de rebrote (semanas) | | | | Edad de rebrote (semanas) | | | |
| | 4 | 6 | 8 | Promedio | 4 | 6 | 8 | Promedio |
| Señal | 0.88 bc | 2.71 a | 4.22 a | 2.60 a | 0.41 a | 0.77 ab | 1.98 ab | 1.05 ab |
| Marandú | 0.79 c | 2.55 a | 3.90 a | 2.41 a | 0.43 a | 0.71 b | 1.62 b | 0.92 b |
| Mulato II | 1.28 a | 2.32 a | 4.17 a | 2.59 a | 0.28 b | 0.64 b | 1.92 ab | 0.95 ab |
| Piatá | 1.16 ab | 2.31 a | 4.39 a | 2.62 a | 0.40 ab | 0.94 a | 1.97 ab | 1.10 ab |
| Xaraés | 1.58 a | 2.80 a | 4.47 a | 2.95 a | 0.41 a | 0.83 ab | 2.39 a | 1.21 a |
| Promedio | 1.14 C | 2.54 B | 4.23 A | | 0.38 C | 0.78 B | 1.98 A | |

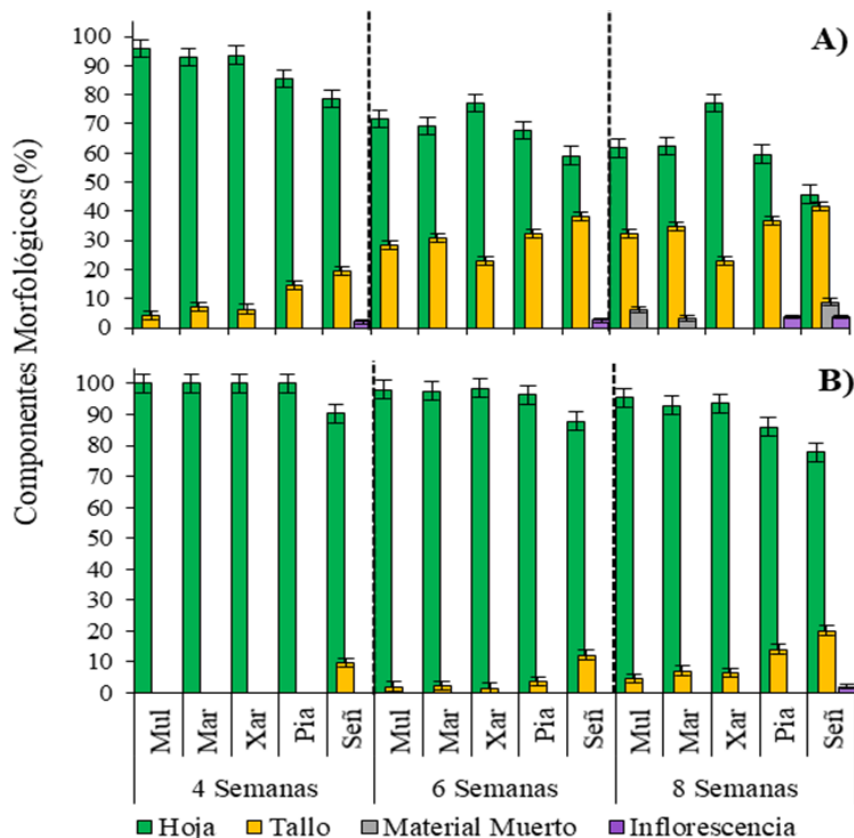
Dentro de cada época, los tratamientos con diferentes literales en una columna (a, b, c) y en una fila (A, B, C) son estadísticamente diferentes (Tukey; $\alpha=0.05$).

El comportamiento observado en acumulación de MST fue similar a lo reportado en otro estudio, donde se evaluaron diferentes cultivares de *Urochloa humidicola* (Rendle) Schweick durante la época seca, con precipitación promedio de 50 mm y no encontraron diferencias en el rendimiento de MST entre cultivares⁽¹⁰⁾. Al respecto, factores climáticos como precipitación y temperatura influyen de manera significativa en la producción de biomasa forrajera^(21,22) y el rendimiento puede disminuir hasta 50 % durante la época de mínima precipitación⁽²³⁾; como se muestra en este estudio, donde una fluctuación de cerca de 1700 mm de precipitación entre las dos épocas ocasionó reducción en la biomasa cercana a 60 % en la MST.

Dentro de cada época, la composición morfológica varió entre genotipos ($P<0.05$). Durante la época de lluvias, el pasto Señal presentó las proporciones mayores de MSt en todas las edades de rebrote evaluadas. Mientras que la MSmm se presentó en la octava semana de rebrote, con 9 % en Señal, 6 % en Mulato II y 3 % en Marandú, sin embargo, no se presentó en los cultivares Piatá y Xaraés. Para la MSi, el cultivar Piatá mostró 3.2 % en la octava

semana y fue diferente a Señal que presentó 0.6, 1.2 y 3.5 % de MSi en la semana 4, 6 y 8, respectivamente (Figura 2A).

Figura 2: Proporción de los componentes morfológicos de cinco cultivares de *Urochloa*, a tres edades de rebrote durante las épocas de lluvias (A) y seca (B)



Mul: Mulato II, Mar: Marandú, Xar: Xaraés, Pia: Piatá, Señ: Señal. Dentro de cada edad de rebrote, las barras representan diferencia estadística (Tukey, $\alpha=0.05$).

Durante la época seca, hubo menor diferenciación de los componentes morfológicos de la planta. La proporción de MSh a las 4 semanas fue menor en Señal (90 %), ya que fue el único cultivar que presentó MSt (10 %). No se observó presencia de MSmm en ningún cultivar y la MSi solo se presentaron en Señal a las 8 semanas (2 %; Figura 2B). En ambas épocas, la MS de hoja mostró la mayor contribución al rendimiento de la MST, seguida de tallo, material muerto e inflorescencia.

La época y la edad de rebrote determinaron el comportamiento en la producción y composición morfológica de los cultivares evaluados. Los cambios observados durante la

época de lluvias son resultado de una mayor velocidad de recambio de tejido y crecimiento activo de los pastos, principalmente por la disponibilidad de humedad⁽²⁴⁾. Sin embargo, durante la época seca, la disminución en la tasa de crecimiento⁽⁹⁾ redujo la contribución de los tallos al rendimiento de forraje y causó que las hojas fueran el componente que más aportó al rendimiento de la MST durante esta época (Figura 2).

Durante la época de lluvias la digestibilidad *in situ* de la MS (DISMS) solo fue diferente ($P<0.05$) a las cuatro y seis semanas de rebrote entre los cultivares evaluados (Cuadro 2). Por otra parte, en la época seca solo se observaron diferencias ($P<0.05$) entre los cultivares en la semana 6 y 8. La reducción en la DISMS de la semana 4 a la 8 fue de 15.9 % (86 g kg^{-1}) en la época de lluvias, mientras que, en la época seca fue 5.7 % (34 g kg^{-1}). Al respecto, se ha reportado un comportamiento similar en *U. decumbens*, Marandú y Xaraés, donde la digestibilidad *in situ* promedio fue superior durante la época de lluvias ($650 \text{ vs } 620 \text{ g kg}^{-1}$)⁽²¹⁾. Lo anterior, podría deberse a que las plantas bajo condiciones de estrés tienden a producir metabolitos secundarios (conjugados de fenilpropanoides con aminos) que se incorporan a la pared celular vegetal para aumentar su rigidez^(25,26) y, como consecuencia, disminuye la digestibilidad de la MS.

Cuadro 2: Digestibilidad *in situ* (g kg^{-1}) de cinco cultivares de *Urochloa* a tres edades de rebrote durante la época de lluvias y seca

| Cultivar | Época de lluvias | | | | Época seca | | | | | |
|-----------|---------------------------|--------|--------|-------|------------|---------------------------|--------|--------|----|----------|
| | Edad de rebrote (semanas) | | | | Promedio | Edad de rebrote (semanas) | | | | Promedio |
| | 4 | 6 | 8 | | | 4 | 6 | 8 | | |
| Señal | 638 | ab 581 | b 533 | a 584 | b 598 | a 549 | b 553 | ab 567 | bc | |
| Marandú | 670 | a 621 | ab 576 | a 622 | a 609 | a 598 | a 609 | a 605 | a | |
| Mulato II | 649 | ab 646 | a 580 | a 625 | a 590 | a 571 | ab 563 | a 574 | b | |
| Piatá | 647 | ab 586 | b 565 | a 599 | ab 595 | a 557 | b 584 | a 579 | b | |
| Xaraés | 615 | b 589 | b 533 | a 579 | b 588 | a 541 | b 500 | b 543 | c | |
| Promedio | 644 | A 604 | B 558 | C | 596 | A 563 | B 562 | B | | |

Dentro de cada época, los tratamientos con diferente letra en una columna (a, b, c) y en una fila (A, B, C) son estadísticamente diferentes (Tukey; $\alpha=0.05$).

De manera independiente a la época, todos los genotipos presentaron una digestibilidad de la MST $>540 \text{ g kg}^{-1}$). Los cultivares con mayor DISMS fueron Mulato II y Marandú; mientras que Señal (*U. decumbens*) presentó la menor. Se han reportado resultados similares, donde

concluyen que *U. decumbens* presenta menor digestibilidad que *U. brizantha* (430 vs 580 g kg⁻¹, respectivamente)⁽¹⁵⁾; debido a que *U. brizantha* desarrolla fibras con menor contenido de lignina y menor espesor de pared celular en comparación con *U. decumbens*⁽²⁷⁾. La disminución de la DISMS con relación al período de rebrote se debe principalmente a la maduración de la planta y, por tanto, al aumento del contenido de lignina ligada a hemicelulosa y celulosa⁽²⁸⁾, lo que disminuiría la acción de los microorganismos del rumen y podría reducir la digestibilidad del forraje⁽²⁹⁾.

En ambas épocas, el contenido de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (Lig) fue diferente ($P<0.05$) entre cultivares y edades de rebrote (Cuadro 3). Durante la época de lluvias, Xaraés presentó el mayor contenido de FDN, FDA y Lig ($P<0.05$). Durante la época seca, Señal presentó 25 % más Lig ($P<0.05$) que Mulato II (79 vs 63 g kg⁻¹). En ambas épocas, los contenidos de fibras (FDN y FDA) incrementaron al aumentar la edad de rebrote de cuatro a ocho semanas. En la época de lluvias, el aumento ($P<0.05$) fue 3.7, 6.1 y 30.7 % (25, 24 y 17 g kg⁻¹, respectivamente), mientras que en la época seca fue 4.8, 12.3 y 26.9 % (32, 44 y 17 g kg⁻¹, respectivamente) para la FDN, FDA y Lig, respectivamente. Al respecto, el incremento en los componentes de las paredes celulares y reducción en la digestibilidad de la MS se debe principalmente a la madurez de la planta⁽¹⁶⁾ y las características intrínsecas de cada genotipo^(2,30).

Cuadro 3: Contenido de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (Lig) en cinco cultivares de *Urochloa*, a tres edades de rebrote durante las épocas de lluvias y seca

| Cultivar | Época de lluvias | | | | Época seca | | | | |
|---------------------------|---------------------------|-------|-------|----------|---------------------------|-------|--------|----------|--|
| | Edad de rebrote (semanas) | | | Promedio | Edad de rebrote (semanas) | | | Promedio | |
| | 4 | 6 | 8 | | 4 | 6 | 8 | | |
| FDN (g kg ⁻¹) | | | | | | | | | |
| Señal | 659 ab | 681 a | 691 b | 677 c | 646 ab | 670 a | 696 a | 671 a | |
| Marandú | 669 ab | 683 a | 692 b | 682 bc | 656 ab | 678 a | 691 ab | 675 a | |
| Mulato II | 649 b | 660 a | 660 c | 656 d | 619 b | 661 a | 669 b | 650 b | |
| Piatá | 678 ab | 683 a | 712 a | 691 ab | 682 a | 686 a | 696 a | 688 a | |
| Xaraés | 694 a | 693 a | 718 a | 702 a | 685 a | 680 a | 696 a | 687 a | |
| Promedio | 670 B | 680 B | 695 A | | 658 C | 675 B | 690 A | | |
| FDA (g kg ⁻¹) | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|-------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|
| Señal | 387 b | 381 b | 409 bc | 392 b | 352 b | 394 a | 414 a | 387 bc |
| Marandú | 399 b | 397 ab | 410 b | 402 b | 346 bc | 391 a | 402 ab | 380 c |
| Mulato II | 360 c | 375 b | 388 c | 375 c | 331 c | 374 b | 380 b | 361 d |
| Piatá | 395 b | 388 ab | 427 ab | 403 b | 379 a | 393 a | 399 ab | 390 ab |
| Xaraés | 417 a | 422 a | 445 a | 428 a | 377 a | 403 a | 411 a | 397 a |
| Promedio | 392 B | 393 B | 416 A | | 357 C | 391 B | 401 A | |
| Lig (g kg ⁻¹) | | | | | | | | |
| Señal | 70 a | 77 b | 92 b | 80 b | 68 a | 77 a | 91 a | 79 a |
| Marandú | 64 a | 69 cd | 78 c | 70 cd | 62 a | 67 a | 84 ab | 71 ab |
| Mulato II | 61 a | 62 d | 71 c | 64 d | 57 a | 63 a | 69 c | 63 b |
| Piatá | 63 a | 70 bc | 83 b | 72 bc | 63 a | 68 a | 79 bc | 70 ab |
| Xaraés | 70 a | 91 a | 103 a | 88 a | 64 a | 68 a | 78 bc | 70 ab |
| Promedio | 65 C | 74 B | 85 A | | 63 C | 69 B | 80 A | |

Dentro de cada época, los tratamientos con diferente letra en una columna (a, b, c, d) y en una fila (A, B, C) son estadísticamente diferentes (Tukey; $\alpha=0.05$).

Los contenidos de FDN y FDA obtenidos en el presente estudio a las seis semanas en ambas épocas de evaluación, son similares a los reportados en otro estudio: Marandú (680 y 396 g kg⁻¹), Xaraés (700 y 400 g kg⁻¹) y Piatá (670 y 370 g kg⁻¹) a los 40 días de rebrote⁽³¹⁾. Por otra parte, los valores de lignina obtenidos en este estudio fueron superiores a los reportados en otra investigación para Marandú (45 g kg⁻¹) y Piatá (43 g kg⁻¹) a los 40 días posteriores al inicio de rebrote⁽³¹⁾. Con respecto al efecto de época y edad de rebrote sobre los componentes de las paredes celulares se ha mencionado que, a 24 días de rebrote, durante la época de lluvias en *U. decumbens* y *U. brizantha* cv. Xaraés presentaron menores contenidos FDN (610 vs 690 y 690 vs 710 g kg⁻¹, respectivamente) y FDA (230 vs 340 y 430 vs 510 g kg⁻¹, respectivamente)⁽²¹⁾. Durante la época de lluvias, el cultivar Xaraés tuvo los mayores contenidos de FDN, FDA y lignina con la menor digestibilidad de la MST; mientras que el cultivar Mulato II tuvo los menores valores en los componentes de las paredes celulares y la mayor DISMS. Al respecto, se ha indicado que la lignina es un componente antinutricional, porque interfiere con el aprovechamiento de la energía digestible⁽²⁹⁾. Esto se debe a que, en gramíneas, a diferencia de las leguminosas, la lignina está ligada en mayor proporción a la hemicelulosa y a la celulosa⁽³²⁾, lo cual impide la acción microbiana y, por tanto, origina menor digestibilidad del forraje⁽²⁸⁾. Así mismo, cuando la planta es sometida a estrés por altas temperaturas, para protegerse utiliza un mecanismo estructural que consiste en incrementar la pared celular (principalmente lignina), lo cual reduce la digestibilidad del forraje⁽²⁵⁾.

La escasez de precipitación afectó negativamente a todas las variables evaluadas. La edad de rebrote afectó significativamente el rendimiento, composición morfológica, contenido de fibras y digestibilidad *in situ* de la materia seca. Los cultivares evaluados mostraron producción de materia seca por corte aceptable durante la época de lluvias y seca, a pesar de que las praderas eran de reciente establecimiento. Los valores de digestibilidad *in situ* en los cultivares Mulato II y Marandú se mantuvieron a través del tiempo. La disponibilidad de forraje es crítica en el trópico húmedo de Ecuador, principalmente al final de la época seca y los cultivares Mulato II, Marandú y Xaraés podrían ser una alternativa por su aporte de materia seca y digestibilidad de materia seca.

Agradecimientos

Agradecimientos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por la beca de investigación y estancia (266100, 290618) del primer autor en Ecuador. A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (Ecuador), a la Escuela de Ingeniería Agropecuaria de la Universidad Tecnológica Equinoccial, Campus Santo Domingo (Ecuador) y a la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (México) por las facilidades proporcionadas para hacer posible esta investigación.

Literatura citada:

1. Martínez-González JC, Castillo-Rodríguez S, Villalobos-Cortés A, Hernández-Meléndez J. Sistemas de producción con rumiantes en México. *Ciencia Agropecuaria* 2017;(26):132-152.
2. Miles JW. Mejoramiento genético en *Brachiaria*: objetivos, estrategias, logros y proyecciones. *Pasturas Trop* 2006;28(1):26-30.
3. Lascano C, Pérez R, Plazas C, Medrano J, Pérez O, Argel PJ. Cultivar Toledo-*Brachiaria brizantha* (Accesión CIAT 26110); gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. 1ra ed. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical; 2002.
4. Pizarro EA, Hare MD, Mutimura M, Changjun B. *Brachiaria* hybrids: potential, forage use and seed yield. *Trop Grassl-Forrajes Trop* 2013;1(1):31-35.
5. Guiot JD, Meléndez F. Producción anual de forraje de cuatro especies de *Brachiaria* en Tabasco. En: Universidad Veracruzana editor. XVI Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Veracruz. 2003:126-128.

6. Peters M, Franco LH, Schmidt A, Hincapié B. Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores de Centroamérica. 1ra ed. Cali, Colombia: Centro de Investigación Agrícola Tropical; 2003.
7. Argel PJ. Cultivar mulato II (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087). Gramínea de alta calidad y producción forrajera, resistente a salivazo y adaptada a suelos tropicales ácidos bien drenados. En: González C, Madrid N, Soto E, editores. Desarrollo sostenible de la ganadería doble propósito. 1ra ed. Maracaibo, Venezuela: Ediciones Astro Data SA.; 2008:347-362.
8. Enríquez JF, Meléndez N, Bolaños ED, Esqueda VA. Producción y manejo de forrajes tropicales. 1ra ed. D.F., México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; 2011.
9. Cruz PI, Hernández A, Enríquez JF, Mendoza SI, Quero AR, Joaquín BM. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt en el trópico húmedo de México. Rev Fitotec Mex 2011;34(2):123-131.
10. Reyes-Purata A, Bolaños-Aguilar ED, Hernández-Sánchez D, Aranda-Ibañez EM, Izquierdo-Reyes F. Producción de materia seca y concentración de proteína en 21 genotipos del pasto Humidícola *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweick. Universidad y Ciencia 2009;25(3):213-224.
11. Rojas-Hernández S, Olivares-Pérez J, Jiménez-Guillén R, Gutiérrez-Segura I, Avilés-Nova F. Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico. Rev Avan Inv Agrop 2011;15(1):3-8.
12. Maia GA, Costa KAP, Severiano EC, Epifanio PS, Neto JF, Ribeiro MG, *et al.* Yield and chemical composition of *Brachiaria* forage grasses in the offseason after corn harvest. Am J Plant Sci 2014;(5):933-941
13. Pérez JA, García E, Enríquez JF, Quero AR, Pérez J, Hernández A. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto “mulato” (*Brachiaria* híbrido, cv.). Téc Pecu Méx 2004;42(3):447-458.
14. Betancourth M, Avila P, Ramirez G, Lascano C. Milk yield of cows grazing *Brachiaria* pastures managed with high grazing pressure. In: Lascano CE editor. Annual report 2005. Tropical grasses and legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use (Project IP5). 1st ed. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical; 2006:3-5.

15. Avellaneda-Cevallos J, González-Muñoz S, Pinos-Rodríguez J, Hernández-Garay A, Montañez-Valdez O, Ayala-Oseguera J. Enzimas fibrolíticas exógenas en la digestibilidad *in vitro* de cinco ecotipos de *Brachiaria*. *Agron Mesoam* 2007;18(1):11-17.
16. Lara C, Oviedo LE, Betancur CA. Efecto de la época de corte sobre la composición química y degradabilidad ruminal del pasto *Dichanthium aristatum* (Angleton). *Zootecnia Trop* 2010;28(2):275-281.
17. Fagundes JL, da Fonseca DM, Gomide JA, Junior DN, Vitor CMT, de Moraes RV, *et al.* Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. *Pesq Agropec Bras* 2005;40(4):397-403.
18. ANKOM Technology. Operator's manual. ANKOM Technology. 1st ed. New York, USA: ANKOM Technology; 2006.
19. Vanzant E, Cochran R, Titgemeyer E. Standardization of *in situ* techniques for ruminant feedstuff evaluation. *J Anim Sci* 1998;76(10):2717-2729.
20. SAS. SAS/STAT® 9.2 User's Guide. 1st ed. Cary, North Carolina, USA: SAS Institute, Inc.; 2008.
21. Cuadrado C, Torregroza HL, Jiménez N. Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *Brachiaria*. *Rev MVZ Córdoba* 2004;9(2):438-443.
22. Thornton PK, van de Steeg J, Notenbaert A, Herrero M. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agr Syst* 2009;101(3):113-127.
23. Benítez D, Fernández JL, Ray J, Ramírez A, Torres V, Tandrón I, *et al.* Factores determinantes en la producción de biomasa en tres especies de pastos en sistemas racionales de pastoreo en el Valle del Cauto, Cuba. *Rev Cubana Cienc Agríc* 2007;41(3):231-235.
24. Castro R, Hernández A, Ramírez O, Aguilar G, Enríquez JF, Mendoza SI. Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. *Rev Mex Cienc Pecu* 2013;4(2):201-215.
25. Del Pozo PP. Bases ecofisiológicas para el manejo de pastos tropicales. *Pastos* 2002;32(2):109-137.
26. Sepúlveda-Jiménez G, Porta-Ducoing H, Rocha-Sosa M. La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. *Rev Mex Fitopatol* 2003;21(3):355-363.

27. Mauri J, Techio VH, Davide LC, Pereira DL, Sobrinho FS, Pereira FJ. Forage quality in cultivars of *Brachiaria* spp.: association of lignin and fibers with anatomical characteristics. Aust J Crop Sci 2015;9(12):1148-1153.
28. Lazzarini I, Detmann E, Sampaio CB, Paulino MF, Filho SCV, Souza MA, *et al.* Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. Rev Bras Zoot 2009;38(10):2021-2030.
29. Church DC, Pond WG, Pond KR. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. 2da ed. D.F., México: Limusa; 2007.
30. Valles B, Castillo E, Bernal H. Rendimiento y degradabilidad ruminal de materia seca y energía de diez pastos tropicales cosechados a cuatro edades. Rev Mex Cienc Pecu 2016;7(2):141-158.
31. Costa KAP, Assis RL, Guimarães KC, Severiano EC, Assis JM, Crunivel WS, *et al.* Silage quality of *Brachiaria brizantha* cultivars ensiled with different levels of millet meal. Arq Bras Med Vet Zoo 2011;63(1):188-195.
32. Cornu A, Besle JM, Mosoni P, Brene E. Lignin-carbohydrate complexes in forages: structure and consequences in the ruminal degradation of cell-wall carbohydrates. Reprod Nutr Dev 1994;34(5):385-398.