

Capítulo XXIXA

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

Pedro J. Argel, PhD*

INTRODUCCIÓN

Brachiaria es la gramínea más común en pasturas de áreas extensas de América Latina tropical. No obstante, aún existen zonas con suelos ácidos de baja fertilidad y drenaje pobre o que sufren inundaciones periódicas donde el crecimiento de cultivares mejorados de este género es lento y su utilización es limitada (Miles *et al.*, 2004). Muchas de estas zonas se caracterizan además por presentar condiciones adversas de topografía y clima, y alta incidencia de plagas y enfermedades con predominio de sistemas de manejo extensivos. El alto impacto negativo de esta condición en la productividad ganadera tropical, llevó al Programa de Forrajes Tropicales del CIAT a iniciar un proyecto para el desarrollo de nuevos cultivares de Brachiaria con amplio rango de adaptación, alta calidad nutritiva, producción forrajera y de semilla de buena calidad. Como resultado de estos trabajos en 2000 fue liberado el cultivar (cv.) Mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36061), que aunque exige suelos de mediana a alta fertilidad, presenta tolerancia a la sequía, rápida recuperación después del pastoreo, alto vigor de plantas y muy buena calidad forrajera (Argel *et al.*, 2005).

El cv. Mulato II (Brachiaria híbrido CIAT 36087) es el segundo híbrido comercial obtenido por el Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT en colaboración con otras instituciones de investigación. Este cultivar, además de las características sobresalientes del cv. Mulato, se destaca por su buena adaptación en un amplio rango de localidades incluyendo aquellas con suelos ácidos de baja fertilidad y con saturación moderada de humedad; además, ha mostrado resistencia a varias especies de salivazo o mión de los pastos presentes en Colombia y Brasil, aunque es moderadamente sus-

* En este trabajo figuran como autores: Pedro J. Argel, John W. Miles, Jorge D. Guiot, Hugo Cuadrado, Carlos E. Lascano

ceptible a hongos foliares como *Rhizoctonia solani*. La información que se presenta en este boletín corresponde a los resultados de las investigaciones terminadas o que están en marcha en zonas bajas tropicales de China, Tailandia, México, países de Centroamérica, Panamá, Colombia, Venezuela, Bolivia, Uruguay y Brasil sobre el desempeño agronómico de adaptación y de producción animal con el cv. Mulato II.

Origen

El cv. Mulato II es el resultado de tres generaciones de cruzamiento y selección realizadas por el Proyecto de Forrajes Tropicales del CIAT, localizado en Cali, Colombia, a partir de cruces iniciados en 1989 entre *B. ruziziensis* R. Germ. & Evrard clon 44-6 (tetraploide sexual) x *B. decumbens* Stapf cv. Basilisk1 (tetraploide apomítico). Progenies sexuales de este primer cruce se expusieron a polinización abierta para generar una segunda generación de híbridos, de donde se seleccionó por sus buenas características agronómicas un genotipo identificado con el código SX94NO/0612, que se cruzó de nuevo usando el mismo procedimiento de polinización abierta con una serie de accesiones e híbridos apomíticos y sexuales. Generaciones posteriores permitieron identificar visualmente en 1996 el clon FM9503/S046/024, el cual se seleccionó por su vigor, productividad y buena proporción de hojas. Progenies subsecuentes de este clon confirmaron su reproducción apomítica y resultados con marcadores moleculares (microsatélites) mostraron que el mismo tiene alelos que están presentes en la madre sexual *B. ruziziensis*, en *B. decumbens* cv. Basilisk y en otras accesiones de *B. brizantha* incluyendo el cv. Marandu. Con base en normas de clasificación de germoplasma en CIAT, dicho clon se identificó posteriormente como la accesión *Brachiaria* híbrido CIAT 36087. En el año 2000 la compañía Grupo Papalotla S. A. de C. V. de México, adquirió ante CIAT los derechos exclusivos de multiplicación y comercialización de éste y otros híbridos de *Brachiaria* y lo liberó en 2005 como cv. Mulato II.

Descripción morfológica

El cv. Mulato II es un híbrido tetraploide ($2n = 4x = 36$ cromosomas), perenne, de crecimiento semierecto que puede alcanzar hasta 1 m de altura. Los tallos son cilíndricos, pubescentes y vigorosos, algunos con hábito semidecumbente capaces de enraizar cuando entran en estrecho contacto con el suelo bien sea por efecto del pisoteo animal o por compactación mecánica; pero en general el cv. Mulato II es menos decumbente y de menor altura de planta que su similar el cv. Mulato. Por ejemplo, en condiciones de trópico subhúmedo en Costa Rica, el promedio de altura de plantas 4 meses después de establecidas fue significativamente mayor ($P < 0,05$) en este último (73,5 cm) que en el cv. Mulato II (44,9 cm). No obstante, la cobertura del suelo fue similar para ambos cultivares (CIAT, 2004).

Resultados similares se han encontrado en condiciones de trópico húmedo en Huimanguillo, Estado de Tabasco, México, en pasturas fertilizadas con nitrógeno y fósforo (Guiot, 2005a) (Foto 1). Las hojas son lineal-trianguulares (lanceoladas) de unos 3,8 cm de ancho y de color verde intenso, presentando abundante pubescencia en ambos lados de la lámina, pero ésta es más corta y menos densa que la observada en el cv. Mulato; sin embargo, la pubescencia en la vaina de la hoja es similar entre am-



Foto 1. Crecimiento inicial macollado de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II (en recuadro) y cubrimiento total del suelo en pasturas bajo pastoreo y fertilizadas con nitrógeno y fósforo en Huimanguillo, México. (Fuente: J. Guiot, 2005a).

bos. La lígula es corta y membranosa. La inflorescencia es una panícula con 4-6 racimos con hilera doble de espiguillas, que tienen aproximadamente 5 mm de largo y 2 mm de ancho. Éstas presentan durante la antésis estigmas de color blanco crema, en contraste con el cv. Mulato y todos los demás cultivares comerciales del género *Brachiaria*, que presentan estigmas de color cardenal oscuro como se ilustra en la Foto 2 (Loch y Miles, 2002).

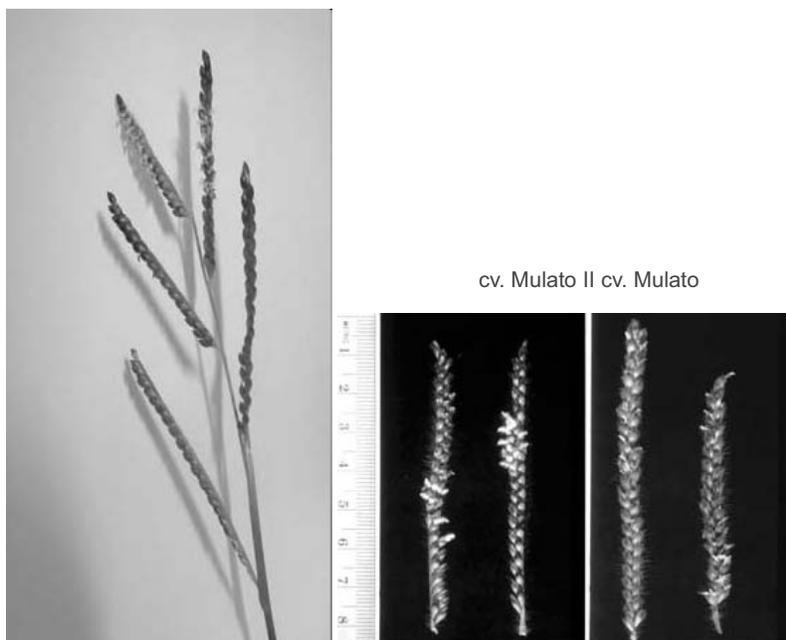


Foto 2. Panícula de *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II (izquierda) y detalle de racimos (derecha) mostrando estigmas de color blanco-crema (cv. Mulato II) y cardenal oscuro (cv. Mulato). (Fuente: CIAT).

Adaptación y producción de forraje

El cv. Mulato II tiene un rango amplio de adaptación y crece bien desde el nivel del mar hasta 1800 m.s.n.m. en condiciones de trópico húmedo con altas precipitaciones, y en condiciones subhúmedas con 5 a 6 meses secos y precipitaciones anuales mayores que 700 mm. Este cultivar tiene buena adaptación a suelos ácidos de baja fertilidad con alto contenido de aluminio, como los Oxisoles de los Llanos Orientales de Colombia. En esta región, con períodos secos entre 3 y 4 meses de duración, presenta rendimientos de forraje similares a los encontrados con *B. brizantha* (cv. Marandu) y *B. decumbens* (cv. Basilisk) y muy superiores a los del cv. Mulato, tanto en condiciones de alta como de baja fertilización del suelo (CIAT, 2004). La absorción de nutrientes (N, P, K, Ca y Mg) en la parte aérea de la planta fueron similares para el cv. Mulato II y el cv. Marandú y mayores que los observados en el cv. Basilisk.

En 2004 en Gualaca (70 m.s.n.m.), Panamá, en un Inceptisol francoarcillo-arenoso (pH = 4,6, MO = 4%, P = 2 ppm, Ca = 0,3 meq/100 g, Mg = 0,1 meq/100 ml) el cv. Mulato II produjo 19 t/ha de MS (3,7 t/ha en la época seca y 15,6 t/ha durante la época lluviosa de 8 meses de duración). No obstante, en 2005 los rendimientos se redujeron a 5,2 t/ha debido al exceso de precipitación (> 3000 mm) en el sitio, siendo los rendimientos del cv. Mulato ligeramente inferiores a los del cv. Mulato II (IDIAP, 2006).

En Guápiles (250 m.s.n.m.), Costa Rica, en condiciones de trópico muy húmedo (4620 mm anuales), en un Inceptisol bien drenado de fertilidad media (pH 5,4) y 24,6°C de temperatura promedio anual, el cv. Mulato II bajo corte cada 4 y 6 semanas por un período de 2 años presentó rendimientos de MS (2,3 t/ha) ligeramente superiores a los del cv. Toledo (2,2 t/ha) y a los del cv. Mulato (2,1 t/ha). Igualmente, la incidencia de plagas y enfermedades foliares en el cv. Mulato II fue menor que en otros híbridos evaluados (Hernández *et al.*, 2006).

En las localidades de Sahagún (Córdoba) y Sincelejo (Sucre) en la Costa Caribe colombiana, se evaluaron la adaptación y el rendimiento de forraje de los cvs. Mulato y Mulato II. Los sitios experimentales están localizados a 160 m.s.n.m., con suelos franco-arcillo-arenosos (pH = 5,2, bajos en MO = 1,5-2,1% y en P = 3,4-5,1 ppm). Noventa días después de la siembra de las gramíneas, en ambas localidades se observó una mayor cobertura del suelo con el cv. Mulato que con el cv. Mulato II, esta diferencia es debida a que este último cultivar es de crecimiento inicial más macollado que el primero (Hugo Cuadrado, comun. pers.). Los rendimientos de forraje han sido ligeramente superiores en Sincelejo.

En Huimanguillo, México, bajo condiciones de trópico húmedo y con la aplicación anual de 150 kg/ha de N y 50 kg/ha de P el cv. Mulato II produjo 3,9 t/ha de MS por corte, siendo este rendimiento similar al obtenido con el cv. Mulato en las mismas condiciones (Guiot, 2005a). En zonas de terraza o pendiente del Piedemonte amazónico colombiano, caracterizadas por suelos ácidos (pH 4,6), bajos niveles de P (1,7 ppm) y altos contenidos de Al (3,2 ppm), el cv. Mulato II produjo, en promedio, 2,6 t/ha de MS cada 90 días. La asociación cv. Mulato II-*Arachis pintoi* cv Maní forrajero presentó mayor rendimiento de forraje (3,5 t/ha de MS) que la pastura de sólo gramínea (Velásquez y Muñoz, 2006). En este caso las parcelas se fertilizaron al momento de la siembra con 50 kg/ha de fosfato diamónico y 46 kg/ha de N.

En Atenas, Costa Rica, en un Inceptisol de fertilidad media (pH = 5,9, MO = 7,6% y 3,6 ppm de P) en condiciones de trópico subhúmedo (5-6 meses de sequía) durante 18 meses de evaluación con cortes cada 5 semanas en la época lluviosa y cada 8 semanas en la seca, se encontró que el cv. Mulato II produjo más forraje que el cv. Mulato, tanto en la época seca (0,97 vs. 0,75 t/ha de MS) como en la lluviosa (1,9 vs. 1,8 t/ha) (Figura 1). En este ensayo el cv. Mulato II presentó una relación hoja:tallo (2,78) más alta que el cv. Mulato (2,03) ($P < 0,05$).

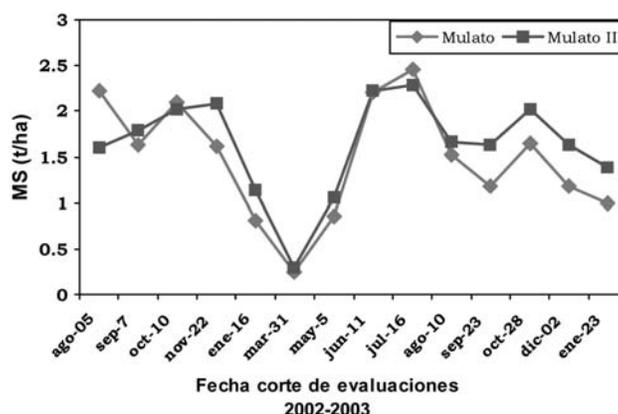


Figura 1. Rendimientos de forraje (t/ha de MS por corte) de los híbridos de *Brachiaria* cvs. Mulato y Mulato II durante las épocas lluviosa (mayo-noviembre) y seca (diciembre-abril) en un Inceptisol de Atenas, Costa Rica. (Fuente: CIAT, 2004).

Una característica importante del cv. Mulato II es su tolerancia a períodos prolongados de sequía hasta 6 meses de duración, como lo demuestran los resultados de las evaluaciones agronómicas realizadas durante 4,5 años los Llanos Orientales de Colombia. En esta región, después de 4 meses secos, *B. brizantha* cv. Toledo (CIAT 26110) y el híbrido cv. Mulato II fueron las gramíneas que consistentemente mantuvieron alta proporción de hojas verdes durante dicho período, tanto con aplicación baja como alta de fertilizantes, siendo el comportamiento del cv. Mulato II mejor que el de los cvs. Mulato y Basilisk (*B. decumbens*) (CIAT, 2006). De igual manera, en los Cerrados del Brasil este cultivar se ha destacado por la tolerancia a la sequía (Esteban Pizarro, comun. pers.).

En las condiciones de clima templado de Uruguay, la empresa Estero S.A está evaluando cultivares de *Panicum maximum*, *Digitaria eriantha*, *Paspalum* y los nuevos híbridos de *Brachiaria* (cvs. Mulato y Mulato II). El trabajo se encuentra en una etapa inicial, pero es evidente el potencial de estas forrajeras tropicales en regiones diferentes a las de su hábitat natural y de su zona típica de influencia. Los cultivares de *P. maximum* y los híbridos de *Brachiarias* han superado en forma muy notoria la producción de forraje de especies adaptadas a zonas subtropicales como *Digitaria eriantha*, *Chloris gayana* cv. Finecut, *Paspalum notatum* cv. Tifton 9, *P. dilatatum*, *P. notatum* cv. Pensacola y *Festuca arundinacea*.

En la estación El Pedregal, departamento de Canelones, Uruguay, se ha observado que el cv. Mulato II tiene una recuperación aceptable después de la ocurrencia de

heladas (Foto 3) (Esteban Pizarro, comun. pers.) muestra una buena adaptación a suelos, tolerancia a plagas y enfermedades y recuperación después de las quemas. Esta última es una característica importante de este cultivar ya que permite asegurar la persistencia en zonas donde se practican quemas como herramienta de manejo o donde se producen quemas en forma accidental (Foto 4). Otras características importantes del cv. Mulato II son su tolerancia a la sombra moderada, su buen crecimiento a lo largo de las cercas vivas y aunque no tolera el encharcamiento permanente del suelo, se adapta mejor que los cvs. Mulato y Marandu en zonas con drenaje deficiente o imperfecto.

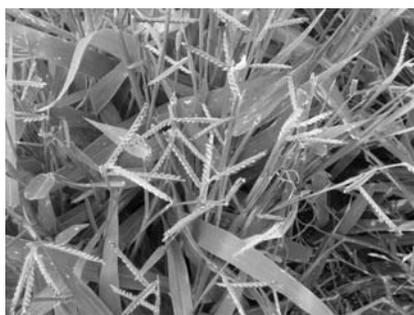


Foto 3. *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II en Uruguay (sur del continente americano) después de una helada. Estación experimental El Pedregal, Canelones-Uruguay. (Fuente: Esteban Pizarro).



Foto 4. *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II, después de la quema. Yapacaní, Bolivia. (Fuente: Esteban Pizarro).

Establecimiento

El cv. Mulato II es fácil de establecer por semillas y las plántulas que emergen tienen un buen vigor de crecimiento, lo que permite tener pasturas listas para pastoreo entre 90 y 120 días después de la siembra y una cobertura del suelo superior a 80%. También es posible hacer el establecimiento con material vegetativo, pero en este caso se deben utilizar cepas enraizadas con el fin de asegurar el prendimiento. Este último tipo de siembra es, por lo general, más costoso que el sistema con semilla botánica, aunque esto depende del costo de la mano de obra local y del precio comercial de las semillas. La siembra con semilla botánica puede ser a voleo, con espeque (chuzo) o punta de machete, o a chorrillo continuo sobre surcos separados entre 0,50 y 0,70 m, bien sea sobre terreno preparado convencionalmente con arado y rastra, o después de controlar la vegetación con machete o herbicidas no selectivos. La tasa de siembra varía de acuerdo con la calidad de la semilla, particularmente los porcentajes de pureza y germinación.

Cuando se utiliza el sistema a voleo se requieren tasas más altas de siembra ya que muchas semillas quedan a la intemperie y son atacadas fácilmente por predadores como pájaros u hormigas, o simplemente no alcanzan las condiciones adecuadas de humedad para germinar. En estos casos se recomiendan tasas de siembra de 5 a 6 kg/ha de semilla con un valor cultural mínimo de 60%, lo que significa una semilla con 80% de pureza y 75% de germinación. Las siembras con espeque requieren menor cantidad de semilla que cuando se siembra a voleo. La tendencia actual es ofrecer se-

milla comercial recubierta o peletizada de cultivares de *Brachiaria*, lo cual consiste en recubrir la semilla generalmente después de escarificada con ácido sulfúrico—con materiales finamente molidos que mejoran la fluidez, aumentan el peso, suministran algunos nutrientes y la protegen contra la acción de predadores.

Generalmente las sustancias utilizadas en la peletización son de naturaleza higroscópica, por tanto, favorecen un adecuado suministro de humedad a la semilla en el proceso de germinación; si el material utilizado no es apropiado, la semilla no obtiene adecuada humedad y presenta problemas de emergencia. El resultado directo de la peletización es la obtención de semilla comercial de mejor calidad, así, por ejemplo, con semilla peletizada de cv. Mulato II se han encontrado índices de 88% de germinación y 100% de pureza, lo cual eleva su valor cultural.

Es necesario tener presente que el número de semillas por kilogramo es menor cuando éstas se peletizan; así, mientras 1 kg contiene aproximadamente 130,000 semillas no peletizadas de cv. Mulato II, en este mismo peso se encuentran 52,000 semillas cuando son peletizadas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que en condiciones de humedad adecuada en el suelo y debido a la mejor emergencia de las semillas peletizadas no es necesario aumentar la tasa de siembra por unidad de superficie para tener una pastura bien establecida.

Respuestas a la fertilización

El cv. Mulato II ha mostrado buena respuesta a la fertilización, particularmente a la aplicación de nitrógeno (N). Dependiendo del grado de fertilidad del suelo, es necesario hacer una o más aplicaciones anuales para mantener una alta producción de forraje de buena calidad. En Atenas, Costa Rica, el cv. Mulato II rindió significativamente ($P < 0,05$) más forraje que el cv. Mulato (2,6 t/ha vs. 1,9 t/ha de MS por corte, respectivamente) con la aplicación cada 30 días de 30 kg/ha de N, para un total de cuatro aplicaciones durante el período lluvioso, equivalentes a 120 kg/ha por año. Los mejores resultados se han obtenido con tres aplicaciones de N, particularmente con el cv. Mulato II, que ha incrementado los rendimientos de MS ($P < 0,05$) desde 2,2 t/ha con una aplicación de N hasta 3,1 t/ha por corte con tres aplicaciones de N (CIAT, 2007). Además de la aplicación de N, en suelos de baja y mediana fertilidad es necesario aplicar regularmente otros nutrientes como P, K, Ca y Mg.

Tolerancia a plagas y enfermedades

En pruebas controladas en invernadero y en observaciones de campo, el cv. Mulato II ha mostrado resistencia antibiótica a las especies de salivazo *Aeneolamia reducta*, *A. varia*, *Zulia carbonaria*, *Z. pubescens*, *Prosapia simulans* y *Mahanarva trifissa* (CIAT, 2005). En trabajos realizados en Brasil por EPAMIG2 y UFV3 en Viçosa/MG, utilizando la misma metodología de CIAT, también ha mostrado resistencia a especies de salivazo presentes, tales como, *Deois flavopicta*, *D. schach* y *Notozulia enteriana* (Franco, 2006). Este tipo de resistencia es una de las características más deseables en el cv. Mulato II, ya que como se sabe, el salivazo es la plaga de mayor incidencia y la que más daño causa a los cultivares de *Brachiaria* y otras especies forrajeras tropicales. Por otra parte, se ha observado cierto grado de susceptibilidad de cv. Mula-

to II al ataque foliar causados por *Rhizoctonia solani*, un hongo que produce daños significativos a los cvs. Marandu y Mulato, particularmente en los períodos del año con alta humedad relativa y altas temperaturas (Argel *et al.*, 2006).

Producción y calidad de semillas

En el hemisferio norte el cv. Mulato II inicia floración a comienzos de octubre, o sea, durante la fase final del período lluvioso. En este sentido la floración es similar a la de *B. brizantha* cv. Toledo y más tardía que otros cultivares de *Brachiaria* como *B. brizantha* cv. Marandu, *B. decumbens* cv. Basilisk y *B. humidicola* conocido como cv. Brunca en Costa Rica, cv. Gualaca en Panamá y cv. Llanero en Colombia. Estos cultivares de *B. humidicola* florecen a comienzos o mediados del período lluvioso, época durante la cual disminuye la calidad del forraje en oferta debido a la baja proporción de hojas y alta producción de tallos florales de las gramíneas. El cv. Mulato II se mantiene en esta época en crecimiento normal y por lo tanto ofrece un período más estable de pastoreo durante el ciclo de lluvias.

El cv. Mulato II produce un alto número de panículas con alta sincronización floral y aceptable formación de carióspsides, lo cual se traduce en rendimientos mayores de semilla que los obtenidos con cv. Mulato (CIAT, 2007). En el Cuadro 1 se incluyen algunos resultados de evaluaciones realizadas con cv. Mulato II de 1 año de establecido en Atenas, Costa Rica (420 m.s.n.m., 9° 57' latitud norte y 84° 24' longitud oeste). Es evidente que la fecha de corte de uniformización de la gramínea tuvo un efecto significativo ($P < 0,05$) en los rendimientos de semilla, en la altura de las plantas al momento de la cosecha y en el tamaño de las panículas. En este sitio, donde las lluvias se inician en mayo, el corte durante julio produjo los mayores rendimientos (330 kg/ha de semilla) comparado con el corte en el mes anterior (179 kg/ha). Aunque las fechas de corte no afectaron la pureza de la semilla ni el peso de las mismas, el corte más tardío (julio) retrasó 10 días el inicio de la floración, la cual comenzó el 17 de octubre; mientras que las cortadas en junio florecieron el 7 del mismo mes.

Cuadro 1
Efecto de la época del corte de uniformización sobre el promedio de los rendimientos de semillas, altura de planta, longitud de panículas y calidad de semilla del híbrido *Brachiaria* cv. Mulato II en Atenas, Costa Rica (CIAT, 2007)

Fecha corte	Semilla pura (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Longitud de panículas (cm)	Pureza de semilla (%)	Peso de 100 Semillas (g)
15 junio	179 ^{a*} (163-187) ^a	95 ^a (91-98)	32 ^a (31-32)	46 ^a (41-53)	0.8 ^a (0.7-0.8)
15 julio	330 ^b (299-365)	87 ^b (77-94)	37 ^b (36-38)	51 ^a (38-55)	0.8 ^a (0.7-0.8)

* Promedios en una misma columna seguidos de letras diferentes difieren significativamente ($P < 0.05$).
a. Entre paréntesis rango de valores promedios.

La cosecha de las semillas se hizo en forma manual el 1 y 7 de noviembre, respectivamente para ambas fechas de uniformización. En este trabajo también se evaluó el efecto de varios niveles de N (0, 50, 100, 150 y 200 kg/ha), aplicados el primero de

septiembre, sobre los rendimientos de semilla. Se observó una tendencia hacia mayores rendimientos en la medida que se incrementó la dosis de N, aún cuando las diferencias no fueron significativas ($P > 0,05$). La interacción de época de corte con niveles de N tampoco fue significativa en términos de rendimiento de semilla ni en el número de tallos florales, los cuales fueron en promedio de 293/m². Sin embargo, fue notable el mayor volcamiento de tallos para el corte realizado en junio, lo cual dificultó la cosecha manual y obligó a un mayor manipuleo de las espigas. Esto, sin duda, incrementó la pérdida de un alto número de espiguillas, lo que pudo influir en los menores rendimientos de semilla obtenidos para esa fecha de corte. Las plantas de menor altura y sin problemas de volcamiento, favorecieron la cosecha manual de semillas realizada en julio.

Calidad forrajera

La calidad forrajera de una gramínea, medida en términos de porcentaje de proteína cruda (PC) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), depende de la edad y la parte de la planta, la época del año y las condiciones de fertilidad del suelo. En la estación experimental del CIAT en Santander de Quilichao, Colombia, caracterizada por Ultisoles de baja fertilidad natural (pH = 5,1; 64% de saturación de aluminio y 1,8 ppm de P) el cv. Mulato II presentó significativamente ($P < 0,05$) mayores porcentajes de PC que los cvs. Toledo y Mulato tanto en la época lluviosa como en la seca (Cuadro 2). En este caso las pasturas fueron fertilizadas con 50 kg/ha de nitrógeno y utilizadas con una carga animal de 3 vacas/ha (CIAT, 2006). La oferta de forraje no fue diferente entre los cultivares de *Brachiaria*, pero se notó una tendencia hacia una mayor producción de forraje del cv. Mulato II en comparación con los demás cultivares, independiente de la época del año. De igual manera, no se observaron diferencias en la DIVMS del forraje y, como era de esperar, fue menor durante la época seca.

Cuadro 2
Disponibilidad y calidad forrajera de cultivares de *Brachiaria* pastoreados con vacas lecheras en dos épocas contrastantes del año en Santander de Quilichao, Colombia (CIAT, 2006).

Cultivar Forraje en oferta	(MS, kg/ha)	PC (%)	DIVMS (%)
Época lluviosa			
Toledo (testigo)	2905 (58) ^a	9,1 ^{b*}	66,6
Mulato	2666 (60)	9,7 ^b	67,2
Mulato II	3042 (58)	11,4 ^a	66,3
Significancia ns $P < 0,05$ ns			
Época seca			
Toledo (testigo)	3082 (78)*	7,4 ^b	57,9
Mulato	2815 (48)	7,5 ^b	61,1
Mulato II	3269 (52)	8,4 ^a	61,0
Significancia ns $P < 0,05$ ns			

* Promedios en una misma época y columna seguidos de letras diferentes difieren significativamente ($P < 0,05$).
a. Entre paréntesis las proporciones de hojas verdes en el forraje ofrecido

En la misma estación CIAT Quilichao el cv. Mulato II fertilizado con nitrógeno ha mostrado adecuados niveles de minerales (Cuadro 3), presentando a través del año mayores contenidos de calcio (Ca) que los cvs. Toledo y Mulato, y en el período de mínima precipitación contenidos mayores de fósforo (P) que el cv. Toledo (CIAT, 2006). Otros minerales como azufre (S), potasio (K) y magnesio (Mg) fueron similares entre los cultivares evaluados, con excepción de éste último que es mayor ($P < 0,05$) en el cv. Mulato II durante el período de lluvias.

En México se encontraron valores de DIVMS entre 55% y 62% y entre 12% y 16% de PC en cv. Mulato II en rebrotes de 25 y 35 días de edad (Guiot, 2005a). Los contenidos de minerales (en paréntesis) en el tejido fueron: P (0,19%), Ca (0,26%) Mg (0,39%) y S (0,07%). En las localidades de Sahagún, Córdoba y Sincelejo, Sucre, en Colombia se encontraron valores de 25% y 29% de MS para los cvs. Mulato y Mulato II, respectivamente, con 30 días de rebrote. Sin embargo, los contenidos de PC (8,6%) fueron similares para ambos cultivares (Hugo Cuadrado, comun. pers.).

Cuadro 3
Composición mineral del tejido foliar de cultivares de *Brachiaria* en pastoreo con vacas lecheras en dos épocas contrastantes del año en Santander de Quilichao, Colombia (CIAT, 2006)

Cultivar	Ca (%)	P (%)	S (%)	K (%)	Mg (%)
Época lluviosa					
Toledo (testigo)	0,33 ^{b*}	0,22	0,14	1,68	0,34 ^b
Mulato	0,49 ^a	0,19	0,11	1,82	0,37 ^b
Mulato II	0,54 ^a	0,24	0,14	1,56	0,44 ^a
Significancia P < 0,05 ns ns ns P < 0,05					
Época seca					
Toledo (testigo)	0,39 ^c	0,17 b	0,11	1,57	0,32
Mulato	0,47 ^b	0,20 ab	0,10	2,24	0,35
Mulato II	0,52 ^a	0,25 a	0,13	1,62	0,43

Significancia P < 0,05 P < 0,05 ns ns ns.

*Promedios en una misma época y columna seguidos de letras diferentes difieren significativamente ($P < 0,05$).

PRODUCCIÓN ANIMAL

Leche

La buena calidad forrajera y el alto consumo por animales en pastoreo del cv. Mulato II, se traduce en mayor producción de leche de vacas mestizas en comparación con otros cultivares de *Brachiaria* (Cuadro 4). Resultados generados por el Programa de Forrajes Tropicales del CIAT en la localidad de Santander de Quilichao (Colombia) muestran que el cv. Mulato II produjo 11% más leche en época seca y 23% más en época de lluvias, en comparación con las producciones alcanzadas en pasturas de *B. decumbens* cv. Basilisk y *B. brizantha* cv. Toledo (CIAT, 2004). Evaluaciones posteriores en el mismo sitio mostraron que la suplementación de vacas pastando diferen-

tes tipos de *Brachiaria* con heno de la leguminosa *Lablab purpureus* no tuvo efecto significativo en la producción diaria de leche. En este estudio, sin embargo, fue evidente el efecto significativo ($P < 0,05$) del tipo de pastura en la producción de leche, destacándose de nuevo la superioridad del cv. Mulato II en comparación con los cvs. Toledo y Mulato (Cuadro 5).

Cuadro 4
Producción de leche de vacas mestizas en diferentes cultivares de *Brachiaria* en Santander de Quilichao, Colombia (CIAT, 2004)

Cultivar	Producción de leche(kg/vaca/día)	
	Época seca	Época lluviosa
Basilisk	5,4 ^{b*}	5,1 ^b
Toledo	5,5 ^b	5,5 ^b
Mulato II	6,0 ^a	6,5 ^a

* Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0,05$).

Cuadro 5
Efecto de la suplementación con heno de la leguminosa *Lablab purpureus* y del tipo de pastura (cultivar) en la producción y composición de la leche de vacas mestizas en Santander de Quilichao, Colombia (CIAT, 2005)

Tratamientos	Producción leche (kg/vaca por día)	Grasa (%)	Sólidos no-grasos (%)
Suplementación			
sin <i>Lablab</i>	7,7 ns	4,3	9,1
con <i>Lablab</i>	8,0 ns	4,0	8,7
Cultivar			
Toledo	7,9 ^{b*}	3,9	8,8
Mulato	7,5 ^b	4,2	8,9
Mulato II	8,3 ^a	4,3	8,9

* Valores con letras diferentes son estadísticamente diferentes (Tukey, $P < 0,05$).

También se encontró que la composición de la leche como grasa y sólidos no grasos, varió poco por efecto de la suplementación con la leguminosa y el tipo de pastura (CIAT, 2005). En las condiciones de Tabasco (México) con vacas tipo Pardo Suizo el cv. Mulato II con un manejo rotacional de 1 día de ocupación y 23 días de descanso produjo 12% más leche/vaca y por día que otra pastura de cv. Mulato en condiciones similares de manejo (10.9 vs. 9.7 kg/vaca por día). La carga animal utilizada fue de 4 vacas/ha y las pasturas fueron fertilizadas con 150 kg/ha de N y 50 kg/ha de P cada año. Las evaluaciones fueron realizadas durante 3 años consecutivos y los contenidos de PC oscilaron entre 16% y 20% para el cv. Mulato y entre 19% y 21% para el cv. Mulato II (Guiot, 2005a). La producción mensual de leche del cv. Mulato II en este sitio de México fue consistente mayor que la del cv. Mulato a través de 2005, con excepción de abril. Las diferencias en producción debidas al efecto de las pasturas fueron notables en enero, marzo, mayo, julio y septiembre.

Carne

Existen pocos estudios diseñados para medir la producción de carne bovina en pasturas de cv. Mulato II. En la estación experimental Carlos Ortega de IDIAP en Gualaca, Panamá, se encuentra en marcha un trabajo para medir las ganancias de peso vivo animal (PV) en este cultivar con sistemas rotacionales de 3/21 y 7/21 días de ocupación/descanso, respectivamente (IDIAP, 2006). Los resultados iniciales muestran una mejor ganancia diaria de PV (g/animal por día) y una carga ligeramente mayor con el primer sistema (611 g y 3,5 UA/ha) que con el segundo (534 g y 3,2 UA/ha).

Utilización y manejo

Al igual que los demás cultivares de *Brachiaria*, el cv. Mulato II es utilizado principalmente para pastoreo con bovinos de carne o con vacas mestizas de alto encaste lechero en sistemas doble propósito. No obstante, por su alta calidad y capacidad de producción de forraje se presenta como una buena alternativa para la fabricación de ensilaje y heno. En una finca de los Llanos de Colombia se produjo heno del cv. Mulato II en un lote donde durante 3 años consecutivos se había sembrado maíz y soya en rotación con un alto nivel de fertilización. El vigor de la gramínea en este caso fue excelente indicando un buen uso del fertilizante residual aplicado a los cultivos; el rendimiento de heno, 70 días después de establecido, fue de 72 pacas/ha de 500 kg cada una (Camilo Plazas, comun. pers.). pastos cultivos y viceversa tienen alto potencial productivo en esta región, donde ya existen variedades comerciales de maíz y soya adaptadas a suelos ácidos y especies forrajeras como los nuevos híbridos de *Brachiaria* que son muy eficientes en el uso residual de los fertilizantes aplicados a los cultivos anuales.

El hábito de crecimiento inicial en forma de macollas del cv. Mulato II permite la asociación con leguminosas estoloníferas como *Arachis pintoi* cv. Maní forrajero. En la Foto 5 se muestra esta asociación en una pastura en Olanchito, Honduras, manejada con vacas en un sistema rotacional de 1 día de ocupación y 21 de descanso (Conrado Burgos, comun. pers.). En Inceptisoles de Turipaná, departamento de Córdoba, Colombia, se ha observado una excelente asociación entre el cv. Mulato II y leguminosas nativas de los géneros *Teramnus*, *Centrosema* y *Desmodium* (Hugo Cuadrado, comun. pers.).



Foto 5. Cultivar Mulato II asociado con Maní forrajero en una finca con sistema doble propósito en Olanchito, Honduras. (Fuente: Pedro J. Argel).

Atributos del cv. Mulato II en comparación con otros cultivares de *Brachiaria*

El híbrido *Brachiaria* cv. Mulato II posee algunas características que lo hacen superior al cv. Mulato y los de demás cultivares comerciales de este género. No obstante es necesario destacar que también tiene algunas limitaciones que los product-

res y comercializadores de semillas deben conocer al momento de decidir su adopción y elegir las labores de siembra y manejo dependiendo del tipo de explotación.

En el Cuadro 6 se presenta un resumen de las principales características de los híbridos de *Brachiaria* y del cv. Marandu, que es hoy día la gramínea de mayor venta en el trópico latinoamericano

Cuadro 6
Características comparativas entre los híbridos de *Brachiaria* cvs. Mulato, Mulato II y Marandu

Características Cultivar	Mulato	Mulato II	Marandu
Tolerancia a la sequía	Muy buena	Muy buena	Buena
Tolerancia a encharcamiento	Muy Mala	Mala	Mala
Tolerancia a sombra	Buena	Buena	Buena
Tolerancia a fuego	Buena	Buena	Buena
Tolerancia a hongos foliares	Mala	Regular	Mala
Tolerancia a salivazo	Tolerante	Resistente	Resistente
Recuperación en pastoreo	Rápida	Rápida	Moderada
Calidad forrajera	Muy buena	Muy buena	Buena
Sincronización de la floración	Alta	Alta	Baja
Calidad de semillas	Buena	Buena	Buena
Establecimiento por semillas	Fácil	Fácil	Fácil
Vigor de plántula	Alto	Alto	Medio
Compatibilidad con leguminosas forrajeras	Buena	Buena	Buena
Requerimientos de suelo	Fertilidad media-alta	Fertilidad media-alta	Fertilidad media

RESUMEN

Brachiaria híbrido cultivar (cv.) Mulato II (CIAT 36087) es el resultado de tres generaciones de cruzamiento y selección realizadas por el Proyecto de Forrajes Tropicales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) a partir de cruces iniciados en 1989 entre *Brachiaria ruziziensis*, clon 44-6, tetraploide sexual y *B. decumbens* cv. Basilisk, tetraploide apomítico. Estudios con marcadores moleculares mostraron que tiene alelos presentes en la madre sexual *B. ruziziensis*, en *B. decumbens* cv. Basilisk y en accesiones de *B. brizantha* incluyendo el cv. Marandu. El cv. Mulato II es un híbrido tetraploide ($2n=4x=36$ cromosomas), perenne, de crecimiento semierecto. Los tallos son cilíndricos, pubescentes y vigorosos; las hojas son lanceoladas y de color verde intenso; la inflorescencia es una panícula con 4 a 6 racimos con hilera doble de espiguillas, las cuales tienen estigmas de color blanco-crema. El cv. Mulato II produce alto número de panículas con alta sincronización floral y buena formación de cariósides lo que se traduce en aceptables rendimientos de semilla de buena calidad, que pueden oscilar entre 150 y 420 kg/ha de semilla pura dependiendo del sitio, la edad, el manejo del cultivo y el método de cosecha. Resultados de varias pruebas de adaptación han mostrado buen crecimiento del cv. Mulato II desde el ni-

vel del mar hasta 1800 m.s.n.m. en trópico húmedo con altas precipitaciones, y en condiciones subhúmedas con 5 a 6 meses secos y precipitaciones anuales mayores a 700 mm. El pasto tiene buena adaptación a suelos ácidos infértiles, bien drenados, aunque tolera suelos con deficiente drenaje sin que estos lleguen a tener encharcamiento en forma permanente. También presenta buen crecimiento en condiciones subtropicales como las presentes en el departamento de Canelones (Uruguay) donde ocurren heladas periódicas. Este cultivar tiene resistencia antibiótica a las especies de salivazo *Aeneolamia reducta*, *A. varia*, *Zulia carbonaria*, *Z. pubescens*, *Prosapia simulans*, *Mahanarva trifissa*, *Deois flavopicta*, *D. schach* y *Notozulia entreriana*. La resistencia de la gramínea a hongos foliares es moderada y mayor que la observada en los cvs. Marandu y Mulato. Dependiendo de las características de clima y de suelos, la producción de forraje del cv. Mulato II varía entre 10 y 27 t/ha de MS por año y el 20% de este rendimiento puede ser producido durante la época seca. La gramínea responde a la fertilización, particularmente al nitrógeno en aplicaciones anuales fraccionadas entre 100 a 150 kg/ha de N y 50 kg/ha de fósforo, de acuerdo con la fertilidad del suelo. La calidad forrajera del cv. Mulato II es alta en comparación con otras gramíneas tropicales, presentando valores de PC entre 8 y 16% y digestibilidad in vitro de MS entre 55% y 66% en rebrotes con 25 a 30 días de edad. El consumo por bovinos en pastoreo es alto, lo que se traduce en producciones significativamente mayores de leche en condiciones similares de uso con relación a otros cultivares de *Brachiaria* como cv. Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110). En algunos estudios realizados en los Llanos Orientales de Colombia, ha mostrado buenas características para la elaboración de heno.

A partir de 2000 el CIAT cedió los derechos exclusivos de multiplicación y comercialización de semillas de este híbrido al Grupo Papalotla S. A. de México, manteniendo los derechos de obtentor del mismo.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT)

Organización sin ánimo de lucro, que realiza investigación colaborativa que mejora la productividad agrícola y el manejo de los recursos naturales con el objetivo de reducir el hambre y la pobreza en los trópicos. El CIAT es uno de 15 centros que son financiados principalmente por 64 países, fundaciones privadas y organizaciones internacionales que constituyen el Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (GCAI). El CIAT recibe también fondos para servicios de investigación y desarrollo que se prestan, bajo contrato, a un número creciente de clientes institucionales públicos y privados. La información y las conclusiones contenidas en esta publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de los donantes.

GRUPO PAPALOTLA-PAPALOTLA HÍBRIDOS

El Grupo Papalotla está resuelto a ser parte de la vanguardia en la investigación agrícola tropical y financia, por tanto, el estudio de nuevas soluciones a los problemas de hoy. A través de nuestra alianza estratégica con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), iniciada en el año 2000, garantizamos el acceso a los híbridos del mañana, amparados con Protección Varietal.

Mulato (CIAT 36061) y Mulato II (CIAT 36087), al igual que los híbridos que multiplicaremos en los próximos años como parte de este acuerdo con el CIAT, son el resultado de más de 20 años de investigación genética en *Brachiaria* realizado por el CIAT.

Desde el 2000 hemos evaluado y multiplicado Mulato y Mulato II. Cada uno de estos híbridos está respaldado con cinco años de evaluación continua. Las *Brachiarias* híbridos Mulato y Mulato II constituyen lo más avanzado en tecnología genética de forrajes tropicales

Hemos conducido ensayos multiregionales en diferentes continentes para asegurar la calidad de nuestros híbridos, así como su adaptación y respuesta a diferentes climas y tipos de suelo.

AGRADECIMIENTOS

La evaluación, selección, liberación formal y promoción de nuevos cultivares forrajeros es producto de esfuerzos conjuntos de individuos e instituciones nacionales e internacionales de investigación, fomento y desarrollo, tanto del sector agropecuario público como del privado. El Grupo Papalotla y el Proyecto de Gramíneas y Leguminosas Tropicales de CIAT (Proyecto IP-5) expresan especial agradecimiento a los técnicos Camilo Plazas, Hugo Cuadrado, Luis H. Franco, Belisario Hincapié, Marco Lobo, Evelyn Benavente, Conrado Burgos, Elder Fajardo, Juan Quiñones, Esteban Pizarro, Jorge Guiot, Johnny Chaves, Alberto Barbosa y Paulo Bardauil Alcântara y todas aquellas personas e instituciones del área tropical Latinoamericana que de una manera u otra contribuyeron a la evaluación y liberación comercial de cv. Mulato II.

LITERATURA CITADA

- Argel P J, Miles JW, Guiot JD, Lascano CE. 2006. Cultivar Mulato (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061): Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Cali, Colombia. Centro de Agricultura Tropical (CIAT), 2005. Boletín. 28 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2004. Annual Report 2003. Project IP-5. Tropical Grasses and Legumes: Optimizing genetic diversity for multipurpose use. 222 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2005. Annual Report 2004. Project IP-5. Tropical Grasses and Legumes: Optimizing genetic diversity for multipurpose use. 217 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2006. Annual Report. 2005. Project IP-5. Tropical Grasses and Legumes: Optimizing genetic diversity for multipurpose use. 266 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2007. Annual Report 2006. Project IP-5. Tropical Grasses and Legumes: Optimizing genetic diversity for multipurpose use. (En Imprenta).
- Franco M. 2006. Mulato II. Chega ao mercado novo híbrido de braquiária. Revista DBO (Brasil). Agosto 2006. p. 44-46. (www.portaldbo.com.br).
- Guiot JD. 2005a. Evaluación de híbridos de *Brachiaria* bajo pastoreo para producción de leche en Huimanguillo, Tabasco. XVIII Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Tabasco, México, 2005. p. 100-107.

- Guiot JD. 2005b. Híbridos de *Brachiaria*: una alternativa para incrementar la productividad de la ganadería tropical. Documento GS-09, I Congreso Internacional de Producción Animal, I Congreso Internacional de Ganadería Sustentable. La Habana, Cuba, 7 al 11 de Noviembre 2005.
- Hernández M, Argel PJ, Lobo DM. 2006. Evaluación agronómica de híbridos y accesiones de *Brachiaria* en el trópico húmedo de Costa Rica. Resúmenes Memoria LII Reunión Anual del PCCMCA. Montelimar (Nicaragua), 24-28 Abril, 2006. p. 188.
- IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá). 2006. Nuevas alternativas de manejo y utilización de especies forrajeras para la producción animal en distintos ecosistemas. Informe Técnico Final (Proyecto IDIAP-Papalotla). 17 p. (manusc.)
- Loch DS, Miles JW. 2002. *Brachiaria ruziziensis* x *Brachiaria brizantha*. *Brachiaria* Mulato. *Plant Varieties Journal* 5(3): 20-21. (www.ipaustralia.gov.au/pdfs/plant_bred/pvj_17_3.pdf).
- Miles JW, do Valle, CB, Rao IM, Euclides VPB. 2004. *Brachiariagrasses*. En: L. E. Moser, B. L. Burson y L. E. Sollenberger (eds.). *Warm-season (C4) grasses*. Agron. Monogr. 45. ASA, CSSA, SSSA, Madison, WI, USA, 2004. p. 745-783.
- Miles JW, Cardona C, Sotelo G. 2006. Recurrent selection in a synthetic *brachiariagrass* population improves resistance to three spittlebug species. *Crop Science* 46:1088-1093.