

## Segmentación del mercado para los híbridos de forrajes en África del Este

Junca Paredes, Jhon Jairo; Florez, Jesús Fernando; Enciso, Karen; Hernández, Luís Miguel;  
Triana, Natalia; Burkart, Stefan

### Mensajes claves

- El este del África presenta algunas condiciones adversas para el desarrollo de la ganadería. En particular, la desertificación de los suelos y el clima son una restricción importante para esta actividad. De tal forma que los forrajes mejorados, que se adaptan a estos entornos, son fundamentales para la productividad y la sostenibilidad del sector ganadero en la región.
- Además de las ganancias en productividad y calidad, los forrajes mejorados generan impactos positivos en el medio ambiente. Por ejemplo, a través del uso eficiente del nitrógeno mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero en la actividad ganadera.
- La identificación de los segmentos de mercado para el África, en especial en la zona este, se desarrolla dentro de los programas de mejoramiento de cultivos del CGIAR. Desde una perspectiva global esto responde a los objetivos de desarrollo sostenible de la lucha contra el hambre, la pobreza y el cambio climático.
- Según las pruebas piloto de los programas de mejoramiento, los forrajes desarrollados para los segmentos de mercado en el este del África tienen unas características superiores a la oferta comercial existente en el mercado. Esto dará una mayor adaptabilidad a las condiciones ambientales y productivas de la región, con lo que se facilita la sensibilización de los productores respecto de las ventajas de adoptar estas tecnologías.

### Introducción

Este resumen tiene como propósito hacer una descripción de los segmentos del mercado potencial de forraje para el este del África. Esto como parte de la iniciativa de inteligencia de mercado (Market Intelligence), que busca ampliar el impacto social del producto en áreas como la nutrición, la igualdad de género y el cambio climático (CGIAR, n.d.). Desde una perspectiva global esto responde a los objetivos de desarrollo sostenible. Los segmentos han sido identificados dentro de los programas del CGIAR EiB (Excellence in Breeding) y BPAT (Breeding Program Assessment Tool). EiB tiene como propósito impulsar la modernización de los programas de mejoramiento de cultivos para los agricultores de países de ingresos medios y bajos (EiB, 2021). Por su parte, BPAT es una herramienta que permite una revisión estructurada de aspectos técnicos, de capacidad y de componentes. Lo anterior con el propósito de incrementar la tasa de ganancia genética (McHugh et al., 2021).

Para África del Este, la ganadería es un sector estratégico en la lucha contra el hambre y la pobreza. El sector ganadero da medios de vida, total o parcial, a cerca del 70% de los habitantes rurales en las zonas secas del occidente y este de África. Es decir, de unos 110 a 120 millones de personas. Además, los productores que habitan las tierras áridas solo tienen de 1 a 1.2 TLU (Tropical Livestock Units) per cápita. Con lo que es muy fácil que se deterioren sus condiciones de vida ante eventos como las sequías, los brotes de enfermedades o cualquier tipo de imprevisto (de Haan, 2016). Como medio de vida, la venta de leche es la forma predominante de obtener beneficios de esta actividad. Genera efectivo que cubre los gastos corrientes de las familias como la alimentación y las medicinas. El sacrificio es menos frecuente. Así que el ganado es un ahorro, un depósito de valor que genera ingresos en el corto plazo y que se guarda para periodos difíciles o gastos de mayor importancia en el futuro<sup>1</sup> (Felis, 2020). En cuanto al sistema de producción, Gonzalez et al. (2016) destacan que la mayoría de las fincas de la región cuentan con un área menor de la necesaria para mantener una vaca y su ternero, de tal forma que la practica predominante es el corte y acarreo.

En la región hay escasez y baja calidad de forrajes, lo que se acentúa en las épocas secas (Ohmstedt et al., 2019). La carencia de una producción de calidad, eficiente y sostenible se manifiesta en los pobres niveles de abastecimiento. Es así como según el informe del World Food Programme de las Naciones Unidas (2022), la seguridad alimentaria en África del Este ha empeorado. Entre marzo y julio de 2022, en Kenia, Somalia y Etiopía los niños en condición de hambre aguda, desnutrición y sed crecieron de 7.25 millones a cerca de 10 millones. Las sequías y el incremento en los precios de los últimos meses agudizan una problemática que históricamente ha caracterizado a la región. No obstante, Creemers et al. (2021) muestran que en países como Kenia hay esfuerzos para fortalecer el comercio de gramíneas forrajeras de mayor calidad como los híbridos de *Urochloa* (Syn. *Brachiaria*) y las variedades de *Megathyrsus maximus* (Syn. *Panicum maximum*) como Mombasa y Siambaza. También destacan que sectores institucionales, privados y de investigación realizan esfuerzos para promover la adopción de este tipo de materiales.

Bajo este escenario se observa un mercado potencial importante. Las características superiores en cuanto a productividad, adaptabilidad al ambiente y calidad nutricional de los nuevos materiales mejorados permitirían una mejor sensibilización para que los productores los adopten. Los forrajes mejorados desarrollados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) pueden incrementar la productividad y calidad del sector lácteo, mejorando así los ingresos y condiciones de vida de los productores (Ohmstedt et al., 2019). Por otra parte, Paul et al. (2020) resaltan que además de alcanzar este objetivo primario, la adopción de estas tecnologías genera externalidades ambientales positivas. La reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero es un ejemplo. A pesar de estas ventajas, el proceso enfrenta desafíos. Se ve afectado por factores como la falta de conocimiento, una baja inversión estatal y un mercado de insumos y productos poco desarrollado.

---

<sup>1</sup> Los animales medianos (pequeños rumiantes) y los pequeños (avicultura) funcionan como un activo fácilmente convertible en efectivo (Felis, 2020).

El resumen está compuesto por esta introducción, una sección para describir los segmentos de los mercados potenciales, la metodología usada para estimarlos, los resultados y unas recomendaciones de política.

## Segmentos de mercado

Se analizan los mercados potenciales para nuevos materiales híbridos de las especies *Urochloa* y *Megathyrus maximus* (Simon & Jacobs, 2003; Soreng et al., 2015). Los híbridos son producto de mejoras genéticas y combinan los rasgos superiores de diferentes materiales. El CIAT inició esta línea de investigación en 1987 con *U. brizantha* (CIAT-6294 cv. Marandú), *U. decumbens* (CIAT-0606, cv. Basilisk) y *U. ruziziensis* (BR4X-44-2) (Enciso et al., 2020, 2022). Esto permitió junto al sector privado la liberación formal de los híbridos: *U.* híbrido cv. Mulato I y Mulato II, *U.* híbrido cv. Cayman, *U.* híbrido cv. Camello y *U.* híbrido cv. Cobra (Papalotla, n.d.; Pizarro et al., 2013). Todos estos híbridos de *Urochloa* son interespecíficos. Es decir, cruzan especies diferentes del mismo género, para obtener cultivos mejorados (Wrigley et al., 2004). En África, la comercialización inició con Mulato I y Mulato II en 2005; Cayman y Cobra en 2019 y Camello en 2020 (Papalotla 2022, comunicación personal). De *Megathyrus maximus* no hay híbridos en el mercado, pero están en desarrollo. También se están desarrollando híbridos de *U. humidicola*. Sin embargo, están destinados a suelos húmedos (Cook et al., 2020). Por lo tanto, no se adaptan a las condiciones africanas.

Las características predominantes de los suelos, el clima y las prácticas agrícolas son los elementos claves para la identificación de estos mercados. La información de los materiales proviene de mediciones en campo de experimentos piloto realizados en Colombia. El programa de mejoramiento de la Alianza Bioversity International y CIAT identificó zonas con características geográficas y ambientales similares a las de África del Este y aplicó las pruebas iniciales. La gran cantidad de pruebas requeridas hacia inviable desarrollar los experimentos iniciales en África (Oliphant et al., 2019; V. Castiblanco, comunicación personal, Junio 13 de 2019). En la sección de metodología se profundiza en algunos detalles técnicos de este procedimiento, ya que además hace parte de la técnica empleada para estimar el tamaño de los mercados potenciales.

El mercado para los híbridos interespecíficos de *Urochloa* está orientado a la sabana tropical subhúmeda con suelos ácidos y de baja fertilidad en el este y sur de África. Un rasgo importante de los suelos africanos es la desertificación. La desertificación lleva a la disminución de los rendimientos de cultivos y socava la resiliencia de la agricultura y el pastoreo, bases fundamentales de la subsistencia en África (African Group of Negotiators Experts Support (AGNES), 2020). Este forraje se destina al pastoreo, donde el ganado transita libre, y al corte y acarreo, donde permanece en establos. Las características de los forrajes se han agrupado principalmente en factores de rendimiento, agronómicos, la respuesta a enfermedades e insectos, el sistema de producción y la producción/multiplicación. El desempeño proyectado de este forraje, según las pruebas iniciales del programa de mejoramiento, se describe a continuación. En el rendimiento de la semilla, se espera que en condiciones óptimas se encuentre en un nivel de producción igual o por encima de la oferta comercial existente en el mercado (Tabla 1). Se espera este mismo resultado bajo otros entornos como sequía, suelos ácidos, anegamiento y calor. Esto es de vital importancia porque significa mayor productividad y eficiencia, lo que permite que los nuevos productos tengan un

precio competitivo en el mercado. Igualmente se prevén resultados superiores en el uso eficiente de nitrógeno (NUE). El NUE es fundamental para optimizar los niveles de productividad y contribuye a un desarrollo sostenible al disminuir el uso de recursos. Lo anterior es un elemento clave para zonas con baja disponibilidad de insumos como el África (Rosegrant et al., 2014).

Respecto a la calidad, las pruebas piloto mostraron una proteína cruda (CP) mayor o igual a 10.5% y una digestibilidad in vitro de la materia seca (IVDMD) mayor o igual a 62%, en promedio. La CP refleja el porcentaje de proteína de un alimento y su presencia en los forrajes es esencial para los animales que están en etapa de crecimiento y producción (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA, 2018). La IVDMD también es una medida de la calidad de los alimentos (Martínez et al., 2014). En cuanto a la tolerancia a la sombra y la palatabilidad, medidas en una escala de 1 a 9, se espera que se encuentren entre un nivel de intermedio a alto. La tolerancia a la sombra es importante en sistemas silvopastoriles (Navas, 2010). Sin embargo, este sistema es poco común en la región de interés. Por otra parte, Heady (1964) define la palatabilidad como las particularidades de una planta que incentivan su selección por parte de los animales.

El riesgo a enfermedades, medido en una escala de 1 a 5, se ranquea con un nivel igual o menor a dos respecto al tizón foliar *Rhizoctonia*. Estudios como los de Alvares et al. (2013) indican que hasta un 50% de la producción de *Urochloa* en las zonas de los trópicos es afectada por esta enfermedad. El análisis de la resistencia a los insectos se encuentra en etapa de desarrollo de la metodología de fenotipado. Los híbridos existentes presentan buena respuesta al complejo salivazo (Hemiptera: Cercopidae), no tanto así hacia el ácaro *Tetranychus urticae*, conocido como araña roja. Esta plaga se ha presentado en algunas zonas de Kenia, como Busia y Bungoma, afectando sobre todo a Mulato II y Basilisk (Mwendia et al., 2019).

El sistema de producción aplicado es el de secano. En la agricultura de secano se usa solo el agua de las lluvias almacenada en el perfil del suelo, no se implementan técnicas artificiales de riego (Díaz & Gutiérrez, 2020). Por lo tanto, se adapta a las características que presentan buena parte de los suelos en el África. Del conjunto de elementos mencionados, las características consideradas esenciales son los rendimientos de la semilla, la calidad del forraje (CP e IVDMD) y la resistencia a insectos.

En el mercado los potenciales competidores para nuevos híbridos interespecíficos de *Urochloa* son Mulato II, que reúne los mejores rasgos de otros híbridos y es apropiado para suelos de fertilidad media y baja; Cayman, para zonas con anegamiento; Camello, para zonas con sequías duraderas y Cobra, para corte y acarreo (Papalotla, n.d.). La tabla 1 amplía las principales características de estos forrajes.

Tabla 1. Competidores potenciales de nuevos híbridos interespecíficos de *Urochloa*

Características	Mulato II	Cayman	Camello	Cobra
Rasgos principales	Buena respuesta a la sequía, a suelos ácidos y a altas temperaturas.	Tolerante a zonas húmedas y con encharcamiento.	Tolerancia a sequía. Rápido establecimiento, suelos ácidos.	Gran producción. Crecimiento vertical que facilita corte.

	Reúne las mejores características de otros híbridos.			
Resistencia a enfermedades y plagas	Salivazo.	Salivazo.	Salivazo.	Salivazo.
Fertilidad de suelos requerida	Media, Alta.	Suelos encharcados.	Media.	Alta (para mayor producción).
Palatabilidad	Muy buena.	Muy buena.	Muy buena.	Muy buena.
Proteína	14% a 22%	10% a 17%	14% a 16%	14% a 16%
Digestibilidad	55% a 66%	58% a 70%	62%	69%
Rendimiento (ton/ha/año)	25	Hasta 24	27 a 30	35 a 40
Uso Principal	Pastoreo.	Pastoreo.	Pastoreo.	Corte y acarreo.

Fuente: Elaboración propia según Cook et al. (2020); Papalotla (n.d.); Pasturas Tropicales (n.d.); Peters et al. (2010); TropicalSeeds (n.d.).

Por otra parte, el mercado potencial para híbridos de *Megathyrus maximus* está orientado a la sabana tropical subhúmeda del este y sur de África, con suelos fértiles, de alta productividad y destinado en particular al corte y acarreo. Según las mediciones de las pruebas piloto realizadas en Colombia, se espera que el rendimiento de la semilla en condiciones óptimas sea superior respecto a la oferta comercial del mercado (Tabla 2). Esto también bajo entornos como sequía, suelos ácidos, anegamiento, calor y al comportamiento de la NUE. En calidad del forraje se estiman niveles de CP e IVDM mayores o iguales a 10.5% y 62%, respectivamente. La Inhibición Biológica de la Nitrificación (BNI) se estima de moderada a alta. La BNI se refiere a los compuestos que generan los forrajes y que inhiben la nitrificación en el suelo, lo que reduce o elimina el uso de fertilizantes. Esto genera ahorros en los costos de producción al igual que mitiga las emisiones de gases de efecto invernadero de la actividad ganadera (Nuñez, 2015). El sistema de producción es de secano. En el mercado, los productos competidores para este nuevo material son *Megathyrus maximus* cv. Mombasa, que tiene gran rendimiento; *Megathyrus maximus* cv. Tanzania, para suelos con fertilidad media y alta; *Megathyrus maximus* cv. Massai, con buen nivel de producción, pero sensible a la sequía y *Urochloa* híbrido cv. Mavuno, que tiene buena tolerancia a la sequía y buen rendimiento (Agrizon, n.d.; Cook et al., 2020; Leguminutre, n.d.; Peters et al., 2010; Saenzfety, n.d.). La tabla 2 resume las principales características de estos forrajes.

Tabla 2. Competidores potenciales de nuevos híbridos de *Megathyrus maximus*

Características	Mombasa	Tanzania	Massai	Mavuno*
Rasgos Principales	Alta tasa de rebrote y mayor relación tallo y hoja. Tolerancia media al frío y quema. Se comporta bien en sequía.	Tolerancia media a la sequía.	Tolerancia a quema y sombra. En periodo seco su rendimiento se reduce a la mitad.	Buena tolerancia a la sequía, la quema y la sombra. Media a la humedad.
Resistencia a enfermedades y plagas	Salivazo.	Salivazo.  Media al carbón en las inflorescencias.	Salivazo y sensible a la pudrición de la panícula provocada por <i>T. ayresii</i> (hasta el 80% de las inflorescencias).	Salivazo.
Fertilidad de suelos requerida	Media y Alta. Suelos ácidos.	Media y alta. Suelos ácidos.	Media y baja. Suelos ácidos.	Media. Suelos ácidos.
Palatabilidad	Muy buena.	Buena.	Buena.	Muy buena.
Proteína	10% a 14%	10% a 12%	7% a 11%	18% a 21%
Digestibilidad	60% a 65%	62%	55% a 60%	60%
Rendimiento (ton/ha/año)	25	18 a 20	Hasta 21	17 a 20
Uso principal	Pastoreo, corte y acarreo.	Pastoreo, corte y acarreo.	Pastoreo, corte y acarreo.	Pastoreo, corte y acarreo.

Fuente: Elaboración propia según Agrizon (n.d.); Cook et al. (2020); Leguminutre (n.d.); Peters et al. (2010); Saenzfety (n.d.).

\*Nota: Mavuno fue lanzado por Wolf Semences de Brasil en 2013 (Cook et al., 2020). A pesar de ser un híbrido, por su alto rendimiento es considerado como un competidor potencial en este mercado.

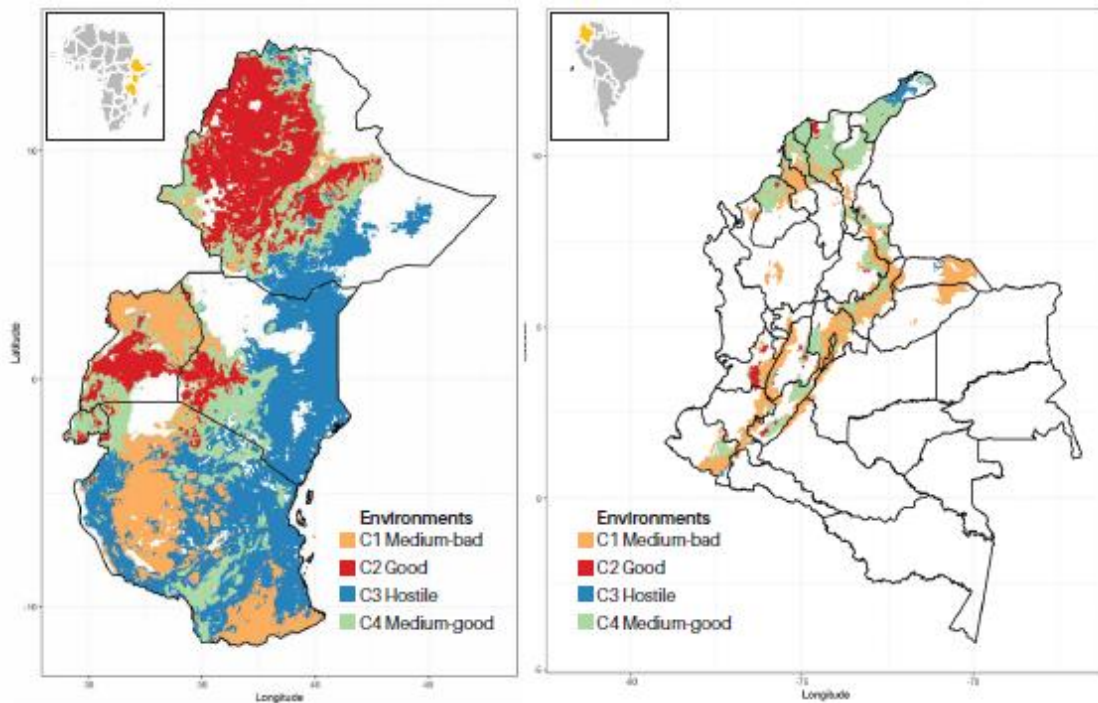
## Metodología

Esta sección describe el método usado por el programa de mejoramiento de la Alianza Bioersity International y CIAT para estimar los mercados potenciales de los nuevos híbridos interespecíficos de *Urochloa* y potenciales híbridos de *Megathyrus maximus* en África del Este, particularmente en Etiopía, Kenia, Tanzania, Uganda y Sudan del Sur. También se presentan resultados para Malí y Nigeria, países del África del Oeste. El primer paso es la identificación de las hectáreas potenciales. Con datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sobre cabezas de ganado para la producción de leche en 2018, se calcula el número de hectáreas destinadas al cultivo de forrajes. Asumir esta área es un supuesto conservador, ya que los forrajes mejorados tienen un desempeño superior y requieren menos hectáreas para el mismo nivel de producción. Se supone una tasa de adopción del 15% anual. El segundo paso es asignar una proporción de estas hectáreas a cada uno de los dos materiales de interés a través de la

aplicación de un estudio de Target Population of Environments (TPE) (V. Castiblanco; A. Notenbaert, comunicación personal, Junio 13 de 2019).

Oliphant et al. (2019), desarrollan el TPE a través de sistemas de información geográfica y un análisis multivariado de tipo clúster. De esta forma, identifican zonas con rasgos ambientales similares en África y Colombia (Figura 1). Esto permitió realizar el experimento piloto referenciado en la sección de segmentos de mercado. Igualmente, el perfilamiento conformó cuatro grupos geográficos con características ambientales similares, a saber: áreas de alta densidad ganadera (Ramankutty et al., 2008), datos cualitativos del suelo (Hengl et al., 2014) y diferentes medidas de precipitación (Funk et al., 2015; Ruane et al., 2015).

Figura 1. Clusters África Oriental y Colombia



Fuente: (Oliphant et al., 2019).

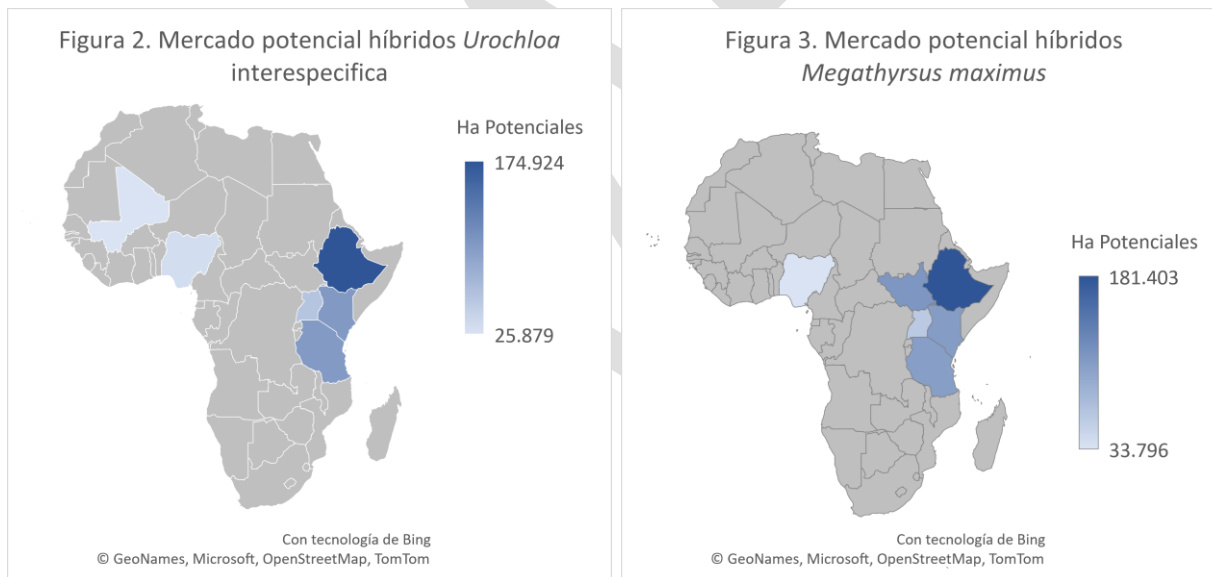
Para efectos del análisis son relevantes dos grupos. El clúster 2 (bueno), de color rojo en los mapas, se caracteriza por una mayor precipitación y mejor distribución de lluvias en el año. Tiene las condiciones para que se adopten híbridos potenciales de *Megathyrus maximus*, que poseen gran calidad y producción, pero requieren de buenas condiciones ambientales. Representa un 28% del área potencial. Por su parte, el clúster 3 (hostil), de color azul en los mapas, tiene baja precipitación y mala distribución de las lluvias en el año. De tal forma que es más adecuado para nuevos híbridos interespecíficos de *Urochloa*, que tienen una producción de media a alta y son muy adaptables a entornos difíciles, y representa un 27% del área potencial (V. Castiblanco, comunicación personal, Junio 13 de 2019). Aplicando estos porcentajes a las hectáreas calculadas en el primer paso, se obtienen los mercados potenciales para los nuevos materiales. Lo anterior se efectúa para cada uno de los países de interés. Aunque algunas fuentes de datos no son tan recientes, el TPE proporciona

una valiosa información geoespacial al incorporar gran cantidad de variables, que permiten hacer una segmentación con un buen nivel de certidumbre.

La segmentación de estos dos mercados potenciales para forrajes mejorados responde a las características ambientales y de producción presentes en los países de África del Este. Este entorno requiere de materiales con rasgos agronómicos y de rendimiento que superen las condiciones de los productos existentes en la actualidad. Las características de los dos forrajes analizados junto con la cooperación entre los diferentes actores son factores claves para impulsar la adopción de estas nuevas tecnologías.

## Resultados Segmentación de Mercado

Los resultados de la estimación del mercado potencial para nuevos híbridos interespecíficos de *Urochloa* se pueden observar en la figura 2. Las mayores posibilidades para este mercado en África del Este se encuentran en Etiopía, Kenia, Tanzania y Uganda. Otros países representativos por fuera de la región son Nigeria y Malí. La principal oportunidad se observa en Etiopía con 174.924 hectáreas. Le siguen Kenia y Tanzania con 103.679 y 101.926 hectáreas. Uganda y Nigeria están en un rango intermedio con 58.316 y 32.589 hectáreas. Finalmente, en Malí se tendría el mercado más pequeño con un potencial de 25.879 hectáreas.



Fuente: elaboración propia según V. Castiblanco y A. Notenbaert (comunicación personal, Junio 13 de 2019) y Oliphant et al. (2019).

La figura 3 muestra los resultados para el mercado potencial de híbridos de *Megathyrsus maximus*. El más relevante es Etiopía con 181.403 hectáreas. Le sigue Sudan del Sur con 113.150 hectáreas. Kenia y Tanzania también son representativos con 107.519 y 105.701 hectáreas. Por su parte, Uganda representan un importante potencial de mercado con 60.476. Por fuera de la zona de análisis Nigeria cuenta con 33.796 hectáreas.



## Recomendaciones en política

- Consolidar las relaciones entre los actores del gobierno, del sector privado y de investigación para sensibilizar a la población rural sobre las ventajas de productividad, costos y sostenibilidad de las nuevas tecnologías de forrajes. Las características superiores de estos materiales deben ser transmitidas de manera asertiva a los productores para obtener una mayor tasa de adopción.
- Fortalecer el acompañamiento de los sectores institucionales y científicos a los productores. Esto para garantizarles el acceso a la capacitación técnica, administrativa y comercial, que permita la sostenibilidad de las nuevas tecnologías forrajeras.
- Generar un ambiente comercial e institucional favorable para la adopción de los forrajes mejorados. Este elemento es clave, ya que dará los incentivos necesarios para que los productores tomen la decisión de generar un cambio en su sistema productivo.
- Promover la comunicación entre los diversos actores para identificar los avances y dificultades que se presenten con la adopción de las nuevas tecnologías. Un adecuado sistema de información es fundamental para que los tomadores de decisiones establezcan políticas e implementen acciones oportunas acordes con cada contexto local.
- Apoyar el desarrollo de un mercado competitivo de semillas forrajeras para que los materiales promisorios puedan registrarse adecuadamente y ponerse a disposición de los productores.

## Agradecimientos

Este trabajo se realizó como parte de la Iniciativa del OneCGIAR Market Intelligence. Agradecemos a todos los donantes que apoyan globalmente nuestro trabajo a través de sus contribuciones al sistema CGIAR. Las opiniones expresadas en este documento no pueden ser tomadas como opiniones oficiales de estas organizaciones.

## Referencias

- African Group of Negotiators Experts Support AGNES. (2020). *Desertification and climate change in Africa. Policy Brief. 1.*
- Agrizon. (n.d.). *Semilla de Pastos Brachiaria Híbrida Mavuno 5 kg*. Retrieved September 14, 2022, from <https://www.e-agrizon.com/producto/brachiaria-hibrida-mavuno-5-kg/>
- Alvarez, E., Latorre, M., Bonilla, X., Sotelo, G., & Miles, J. W. (2013). Diversity of *Rhizoctonia* spp. Causing Foliar Blight on *Brachiaria* in Colombia and Evaluation of *Brachiaria* Genotypes for Foliar Blight Resistance. *Plant Disease*, 97(6), 772–779. <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-12-0380-RE>
- CGIAR. (n.d.). *Initiative Proposal: Market Intelligence and Product Profiling*. Retrieved September 27, 2022, from <https://www.cgiar.org/initiative/05-market-intelligence-for-more-equitable-and-impactful-genetic-innovation/>
- Cook, B., Pengelly, B., Schultze-Kraft, R., Taylor, M., Burkart, S., Cardoso Arango, J., González Guzmán, J., Cox, K., Jones, C., & Peters, M. (2020). *Tropical Forages: An interactive selection tool*. International

Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia and International Livestock Research Institute (ILRI), Nairobi, Kenya.

- Creemers, J., Maina, D., Opinya, F., & Maosa, S. (2021). Forage value chain analysis for the counties of Taita Taveta, Kajiado and Narok. *Integrated & Climate Smart Innovations for Agro-Pastoralist Economies and Landscapes Kenya's ASAL (ICSIAPL), SNV and KARLO*, 1–43.
- de Haan, C. (2016). *A World Bank Study. Prospects for livestock- based livelihoods in Africa's drylands* (C. de Haan, Ed.).
- Díaz, I., & Gutiérrez, G. (2020). El agroecosistema del Secano Interior. In I. Díaz (Ed.), *Producción vitivinícola en el secano de Chile central* (1st ed.). Boletín INIA N°418, 128 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- EiB. (2021). *Excellence in Breeding Platform 2021, Annual report to the CGIAR*.
- Enciso, K., Díaz, M., Triana, N., & Burkart, S. (2020). Limitantes y oportunidades del proceso de adopción y difusión de tecnologías forrajeras en Colombia. *Alliance of Bioversity and CIAT*, 1–56.
- Enciso, K., Triana, N., Díaz, M., & Burkart, S. (2022). On (Dis)Connections and transformations: the role of the agricultural innovation system in the adoption of improved forages in Colombia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.741057>
- Felis, A. (2020). El papel multidimensional de la ganadería en África. *Revista de Economía Información Comercial Española (ICE)*, 914, 79–96. <https://doi.org/10.32796/ice.2020.914.7034>
- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations—a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2(150066). <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>
- González, C., Schiek, B., Mwendia, S., & Dean Prager, S. (2016). Improved forages and milk production in East Africa. A case study in the series: Economic foresight for understanding the role of investments in agricultura for the global food system. *CIAT*, 442.
- Heady, H. F. (1964). Palatability of herbage and animal preference. *Journal of Range Management*, 17(2), 76–81. <https://doi.org/10.2307/3895315>
- Hengl, T., Mendes, J., MacMillan, R. A., Batjes, N. H., Heuvelink, G., Ribeiro, E., Samuel-Rosa, A., Kempen, B., Leenaars, J. G. B., Walsh, M. G., & Gonzalez, M. R. (2014). SoilGrids1km — Global soil information based on automated mapping. *PLoS ONE*, 9(8), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105992>
- Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria INIA. (2018). Algunos conceptos sobre calidad de forrajes. Ficha Técnica. *INIA. Uruguay*, 33, 1–2.
- Leguminutre. (n.d.). *Hibrido Mavuno*. Retrieved September 14, 2022, from <http://leguminutre.com/mavuno.htm>

- Martínez, R. S., Wawrzekiewicz, M., & Jaurena, G. (2014). Intercomparación de resultados de digestibilidad in vitro obtenidos por diferentes técnicas. *Revista Argentina de Producción Animal (Suplemento 1)*, 34, 379.
- McHugh, K., Morgan, V., Ragot, M., Acharjee, S., & Noma, F. (2021). Evaluation of CGIAR Excellence in Breeding Platform: Inception report. *CAS Secretariat Evaluation Function*.
- Mwendia, S., Nzogela, B., Odhiambo, R., Mutua, J., & Notenbaert, A. (2019). Important biotic challenges for forage development in East Africa. *International Center for Tropical Agriculture CIAT, Nairobi, Kenya*, 1–10.
- Navas, A. (2010). Importancia de los sistemas silvopastoriles en la reducción del estrés calórico en sistemas de producción ganadera tropical. *Revista de Medicina Veterinaria*, 1(19), 113–122. <https://doi.org/10.19052/mv.782>
- Nuñez, J. (2015). *Potencial de la inhibición biológica de la nitrificación (IBN) en forrajes tropicales*. Universidad Nacional de Colombia Palmira.
- Ohmstedt, U., Notenbaert, A., Peters, M., Mwendia, S., & Burkart, S. (2019). Scaling of feeds and forages technologies in East Africa, Abstract. In *Tropentag, September 18-20*. CIAT. [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info)
- Oliphant, H., Mora, B., Ramírez-Villegas, J., & Castiblanco, V. (2019). Determining ideal sites for a pilot experiment in Colombia to trial new forages in East Africa. In *International Forage & Turf Breeding Conference*.
- Papalotla. (n.d.). *Pastos Híbridos*. Retrieved September 14, 2022, from <http://grupopapalotla.com/pastos-hibridos.html>
- Pasturas Tropicales. (n.d.). *Pasto Cayman*. Retrieved September 14, 2022, from <https://pasturastropicales.com/pasto-cayman-en-colombia/>
- Paul, B. K., Groot, J. C., Maass, B. L., Notenbaert, A. M., Herrero, M., & Tiftonell, P. A. (2020). Improved feeding and forages at a crossroads: Farming systems approaches for sustainable livestock development in East Africa. *Outlook on Agriculture*, 49(1), 13–20. <https://doi.org/10.1177/0030727020906170>
- Peters, M., Franco, L. H., Schmidt, A., & Hincapie, B. (2010). Especies forrajeras multipropósito. Opciones para productores del trópico americano. *Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Bundesministerium Für Wirtschaftliche Zusammenarbeit Und Entwicklung (BMZ); Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (GIZ)*. *Publicación CIAT*, 374, 1–212.
- Pizarro, E. A., Hare, M. D., Mutimura, M., & Changjun, B. (2013). Brachiaria hybrids: potential, forage use and seed yield. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 1(1), 31–35. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(1\)31-35](https://doi.org/10.17138/TGFT(1)31-35)
- Ramankutty, N., Evan, A. T., Monfreda, C., & Foley, J. A. (2008). Farming the planet: 1. Geographic distribution of global agricultural lands in the year 2000. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(GB1003), 1–19. <https://doi.org/10.1029/2007GB002952>

- Rosegrant, M. W., Koo, J., Cenacchi, N., Ringler, C., Robertson, R., Fisher, M., Cox, C., Garrett, K., Perez, N. D., & Sabbagh, P. (2014). *Food security in a world of natural resource scarcity. The role of agricultural technologies* (Research Institute International Food Policy (IFPRI), Ed.; 1st ed.). Princeton Editorial Associates Inc., Scottsdale, Arizona. <https://doi.org/10.2499/9780896298477>
- Ruane, A. C., Goldberg, R., & Chryssanthacopoulos, J. (2015). Climate forcing datasets for agricultural modeling: merged products for gap-filling and historical climate series estimation. *Agricultural and Forest Meteorology*, 200, 233–248. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.09.016>
- Saenzfety. (n.d.). *Panicum Maximum Massai incrustada*. Retrieved September 14, 2022, from <https://saenzfety.com/producto/panicum-maximum-massai-incrustada/>
- Simon, B. K., & Jacobs, S. W. L. (2003). Megathyrsus, a new generic name for Panicum subgenus Megathyrsus. *Austrobaileya*, 6(3), 571–574.
- Soreng, R. J., Davidse, G., Peterson, P. M., Zuloaga, F. O., Judziewicz, E. J., Romaschenko, K., Filgueiras, T. de S., Morrone, O. N., Clark, L. G., Teisher, J. K., Gillespie, L. J., Barberá, P., Welker, C. A. D., Kellogg, E. (Toby) A., & Li, D.-Z. (2015). Internet Catalogue of World Grass Genera: On-line updates, corrections, and synonymy. *Missouri Botanical Garden, St. Louis*.
- TropicalSeeds. (n.d.). *Cayman*. Retrieved September 14, 2022, from <https://www.tropseeds.com/cayman/#:~:text=CAYMAN%C2%AE%20Brachiaria%20Hybrid%20CV%20grass.&text=It%20is%20a%20noble%20and,improve%20milk%20and%20meat%20production.P>
- World Food Programme de las Naciones Unidas. (2022). *Regional food security and nutrition update Eastern Africa region 2022. Second quarter*.
- Wrigley, C., Corke, H., & Walker, C. E. (2004). *Encyclopedia of grain science* (1st ed.). Elsevier Ltd.