



International Center for Tropical Agriculture
Since 1967 *Science to cultivate change*

Nuevo germoplasma de forraje para mejorar la productividad y calidad de la biomasa

Pasturas tropicales en un ambiente cambiante: desarrollo
de una colaboración internacional de investigación en
América Latina y el Caribe. *Turrialba, Abril 24, 2019*

Mauricio Sotelo, Michael Peters y Chris Jones

m.sotelo@cgiar.org



RESEARCH PROGRAM ON
Climate Change,
Agriculture and
Food Security

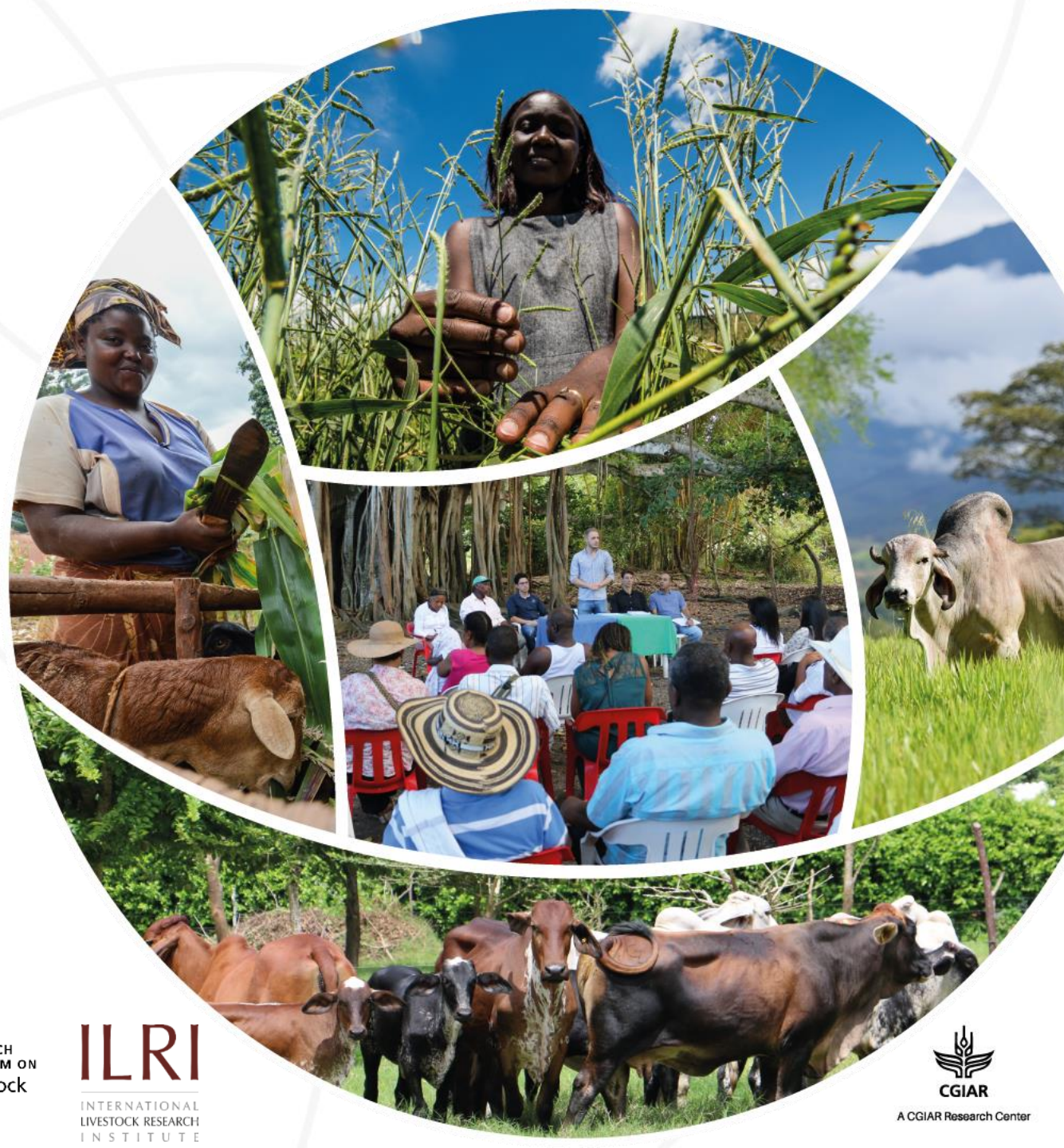


RESEARCH
PROGRAM ON
Livestock

ILRI
INTERNATIONAL
LIVESTOCK RESEARCH
INSTITUTE



A CGIAR Research Center



Regiones



CENTROAMÉRICA Y EL CARIBE

Honduras/Nicaragua/Costa Rica

SURAMÉRICA

Colombia

(Incluyendo mejoramiento y
germoplasma)



ASIA

Vietnam

AFRICA

Kenia



ILRI

INTERNATIONAL
LIVESTOCK RESEARCH
INSTITUTE



CIAT conserva las colecciones más grandes del mundo de frijoles, yuca y forrajes tropicales



37,987

Accesiones de
fríjol



6,643

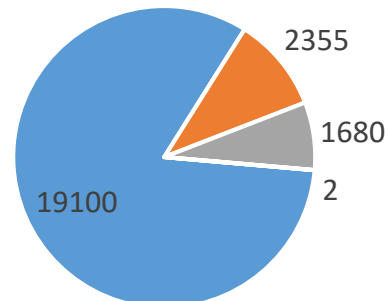
Accesiones de
yuca



44,000

Accesiones de
Forrajes Tropicales

La agrobiodiversidad es **clave** para mantener los ecosistemas y proporcionar un suministro adecuado de **alimentos saludables** y **nutritivos** frente al cambio climático y la degradación ambiental.



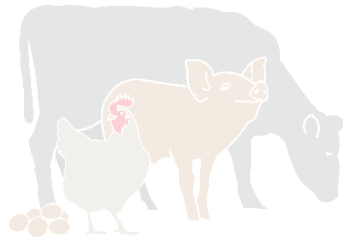
- Leguminosas herbáceas
- Leguminosas arbustivas
- Gramíneas
- Otros

ILRI
INTERNATIONAL
LIVESTOCK RESEARCH
INSTITUTE

Building a sustainable future



Situación actual de la ganadería en el mundo



17,000
MILLONES

El número total estimado de cabezas de ganado a nivel mundial incluye bovinos, pequeños rumiantes y animales monogástricos.

2/3 partes de la superficie agrícola total del mundo

4,900 MHa

se utiliza para alimentar a

El ganado es un activo mundial significativo, con un valor cercano a



USD 3.1
BILLONES

genera cerca de **300** millones de empleos

Los sistemas ganaderos tienen el uso de tierra mas grande del mundo, por ende es clave el manejo de estos sistemas en el marco del cambio climático.



~200 millones de hectáreas

han sido gravemente degradadas como resultado del pastoreo excesivo y la producción insostenible tan sólo en A. Latina.

climático, pues genera

8,100 MtCO₂eq

Este incluye emisiones por la deforestación y cambios de uso de la tierra.

de las emisiones de GEI de la agricultura

15%

de todas las emisiones de GEI causada por humanos

Importancia de los forrajes de alta calidad nutricional y productividad para los trópicos.



LivestockPlus – la intensificación sostenible en sistemas forrajeros

Rao et al., 2015. DOI: [10.17138/TGFT\(3\)59-82](https://doi.org/10.17138/TGFT(3)59-82)

Tres procesos innovadores / de intensificación:



GENÉTICO

Mayor rendimiento, calidad, resistencia al estrés



ECOLÓGICO

Mejor gestión de sistemas mixtos de cultivos, forraje, árboles y ganado



SOCIOECONÓMICO

Creación de entornos propicios (mercados, políticas, capital social y humano).

Beneficios de medios de vida:



SEGURIDAD

Alimentaria y nutricional



ESTIÉRCOL

Fertilizantes orgánicos



ADAPTACIÓN

Al cambio climático



INGRESOS

Generación



POBREZA

Reducida

Servicios ecosistémicos

- Eficiencia de uso de recursos
- Restauración de tierras degradadas
- Reducción de GEI por unidad animal
- Mitigación del cambio climático
- Conservación de la Biodiversidad
- Suministro de agua constante y de calidad
- Reducción de la erosión y la sedimentación
- Reducción de la presión sobre el bosque - Reducir la deforestación

Red de Forrajes Colombia

Cooperación entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia) y CIAT.

Gramíneas		
Género	Origen	# accesiones
<i>Brachiaria</i> spp (Syn <i>Urochloa</i> spp)	CIAT	80
<i>Panicum máximum</i> (Syn <i>Megathyrsus maximus</i>)	CIAT	130
<i>Chloris gayana</i>	ILRI	20
<i>Andropogon gayanus</i>	CIAT	2
<i>Cenchrus ciliaris</i>	ILRI	15
<i>Paspalum</i> spp	CIAT	30
<i>Pennisetum</i> sp	ICA-Cuba	3

Total 425 accesiones

Leguminosas		
Género	Origen	# accesiones
<i>Leucaena</i> spp	CIAT	15
<i>Clitoria</i> spp	CIAT	30
<i>Cajanus cajan</i>	CIAT/ ICRISAT	75
<i>Cratylia argentea</i>	CIAT	5
<i>Arachis pintoi</i>	CIAT	5
<i>Desmodium heterocarpon</i> , <i>Desmodium velutinum</i>	CIAT	5
<i>Centrocema molle</i> , <i>Centrosema macrocarpum</i>	CIAT	10

Evaluación Agronómica de *Chloris gayana*

- Seleccionar los materiales con mejor comportamiento agronómico y producción de forraje con base en materia seca en época de máxima y mínima precipitación
- Localidad y tipo de suelo: CIAT- Palmira – Suelos Franco Arenosos

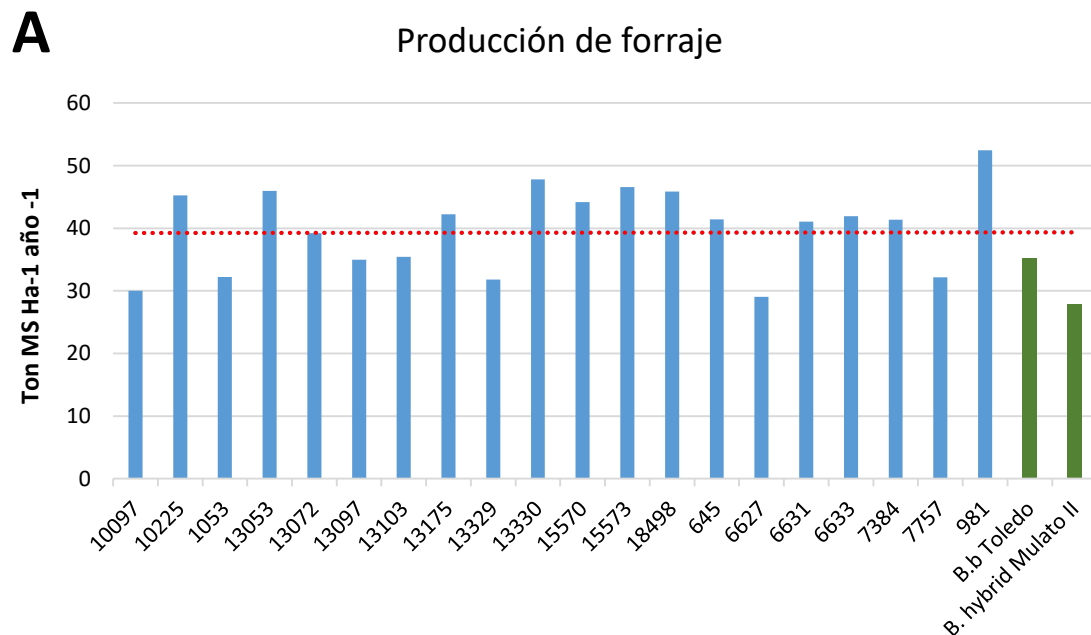
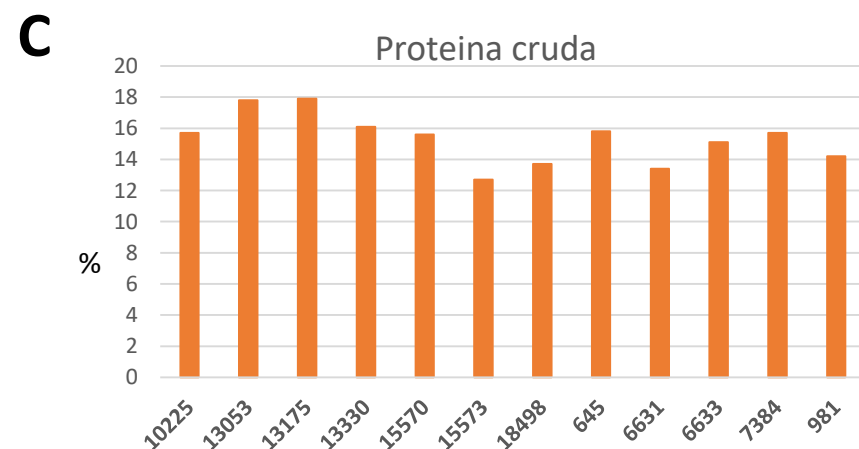
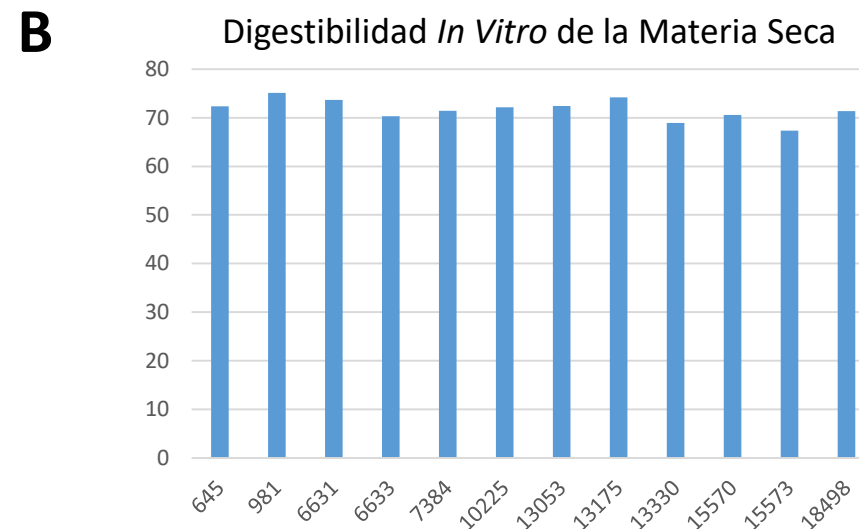


Figura 1. A. Rendimiento de MS de 20 accesiones de *Chloris gayana* después de 6 semanas de crecimiento en la estación húmeda y seca (media de dos cortes) **B.** Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca. **C.** Contenido de Proteína Cruda de las accesiones que superaron el umbral de 40 Ton MS Ha⁻¹ año⁻¹



Evaluación Agronómica de *Cenchrus ciliaris*

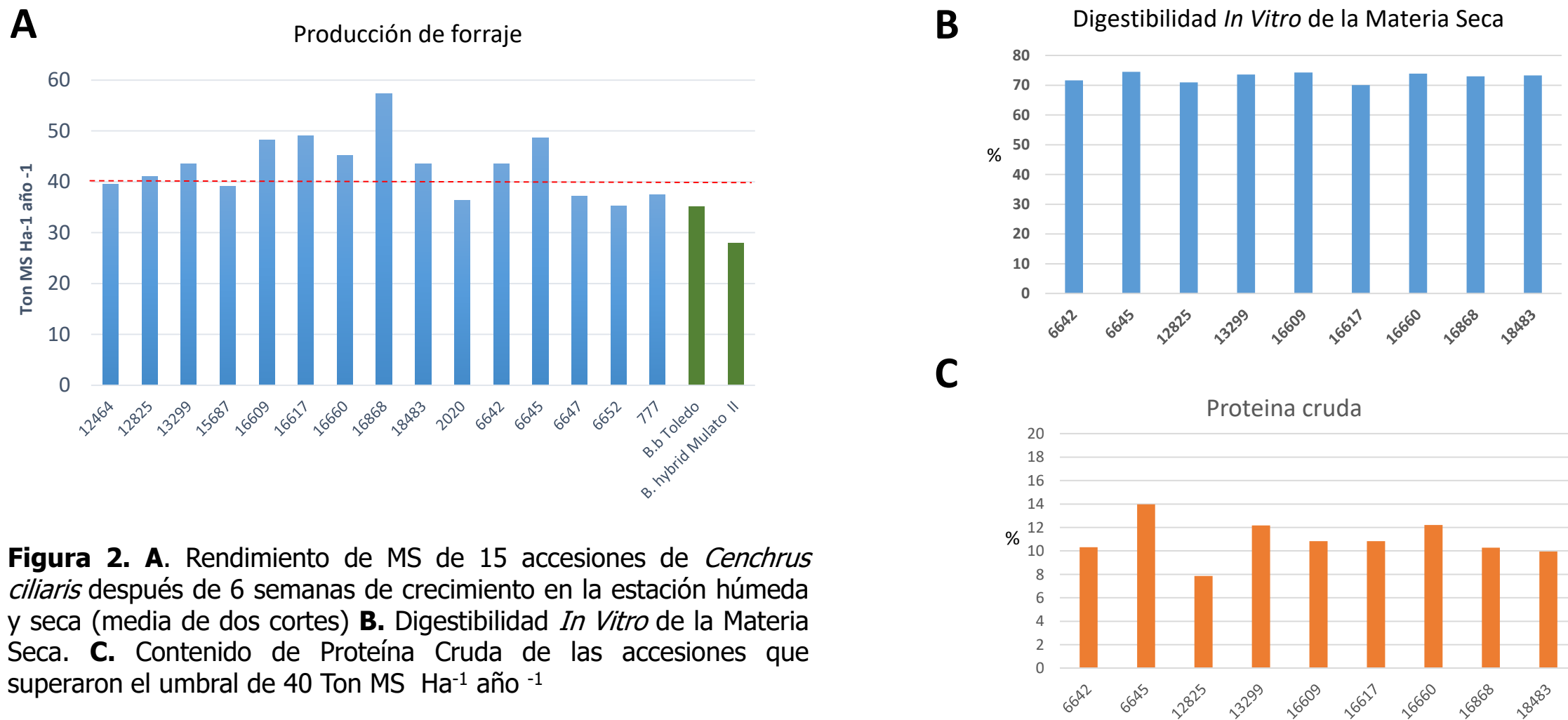


Figura 2. A. Rendimiento de MS de 15 accesiones de *Cenchrus ciliaris* después de 6 semanas de crecimiento en la estación húmeda y seca (media de dos cortes) **B.** Digestibilidad *In Vitro* de la Materia Seca. **C.** Contenido de Proteína Cruda de las accesiones que superaron el umbral de 40 Ton MS Ha⁻¹ año⁻¹

Opciones actualmente en evaluación para los trópicos

ILRI (Zonas secas)

***Chloris gayana* (Rhodes)**

- Un forraje importante en los trópicos y subtrópicos.
- C4 de polinización cruzada, con formas diploides y tetraploides, generalmente propagadas por semilla.
- Conocido por su amplia adaptabilidad y facilidad de establecimiento.

***Cenchrus ciliaris* (Buffel)**

- Una de las mejores pasturas para los subtrópicos de África.
- Una hierba apomática, perenne C4.
- Buen potencial de forraje, y particularmente un candidato para la tolerancia a la sequía.
- También ayuda a prevenir la erosión del suelo.

***Pennisetum pedicellatum* (Desho)**

- Bien adaptado y ampliamente utilizado en las tierras altas de Etiopía junto con prácticas de manejo de recursos naturales.
- Es una fuente de ingresos a través de la venta de forraje cortado y material de siembra.

Jones & Sartie. 2018

Mejoramiento de forrajes



John W. Miles Ph.D
j.miles@cgiar.org



Valheria Castiblanco M.Sc
v.castiblanco@cgiar.org

Mejorando los medios de vida de los pequeños productores en los trópicos

1. Intensificación de la PRODUCCIÓN, mientras se reduce la huella ambiental

MITIGACIÓN

- Reducciones de **metano**/unidad gran ganado
- Inhibición Biológica de la **Nitrificación**
- Secuestro de GEI

ADAPTACIÓN para garantizar:

- NUTRICIÓN** Animal
- TOLERANCIA** a la sequía y encharcamiento

EFFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO

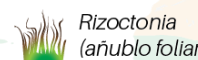
2. Un programa de mejoramiento ÚNICO, que genera

Híbridos apomicticos de *Brachiaria* y *Panicum* para los trópicos adaptados a diferentes estreses:

BIÓTICOS



Salivazo (Cercopidae)



Rizoctonia (añublo foliar)

ABIÓTICOS



Acidez del suelo



Escasez de agua



Exceso de agua



En **2001** El primer híbrido apomictico fue liberado



A la fecha, **6 híbridos apomicticos** están disponibles en el mercado.

3. Construyendo el PRÓXIMA GENERACIÓN de híbridos para regiones inundables

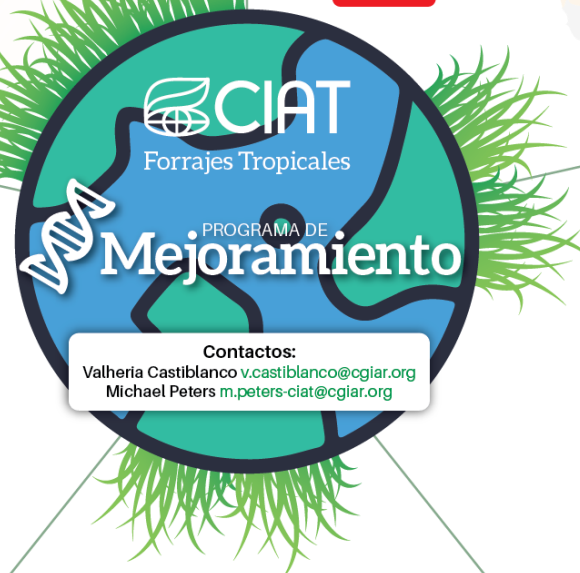
Brachiaria humidicola tiene un área potencial de siembra de

6,300,000 km²

solo en América Latina tropical



(Eso equivale a toda el área de estos 8 países)



Contactos:
Valheria Castiblanco v.castiblanco@cgiar.org
Michael Peters m.peters-ciat@cgiar.org

4. Basándonos en nuestras FORTALEZAS

(Extracto de la revisión de BPAT implementado en mayo de 2018)



Métodos de mejoramiento de alto rendimiento para acelerar los ensayos de salivazo y detección de plantas apomicticas.



Herramientas y metodologías implementadas para **reducir el ciclo de mejoramiento**.



Alianzas fuertes y **colaboración** con sistemas nacionales de investigación y el sector privado.

Para los nuevos lanzamientos estamos integrando:



Mejorando **CALIDAD NUTRICIONAL**

Mejor uso del nitrógeno, reduciendo



Lixiviación de Nitrato



Emisiones de Óxido nitroso

Capacidad para mejorar la salud del suelo revirtiendo y evitando su degradación



5. Esfuerzos de modernización adicionales requieren de INVERSIÓN



Breeding Program Assessment Tool maximizing genetic gain

(Extracto de la revisión de BPAT implementado en mayo de 2018)



Sistemas integrales de mecanización



Gestión de datos



Inversión estable a largo plazo

LANZAMIENTOS EXITOSOS

20,000

pequeños productores

En **África** implementaron híbridos de *Brachiaria* mejorados en CIAT
Maas et al (2016)
con un potencial estimado en

2 MILLONES hectáreas

En **América Latina**, se han sembrado más de

930,000 ha para el 2018.

Programas de mejoramiento actuales



Interespecífico – *Brachiaria*
(syn. *Urochloa* sp)
decumbens / *brizantha* /
ruziziensis
1990



Brachiaria humidicola
(syn. *Urochloa humidicola*)

2006



Panicum maximum
(syn. *Megathyrsus maximus*)
2016

Centrado en garantizar la efectividad y, por lo tanto, la adopción, lanzando productos con un rendimiento óptimo bajo **condiciones reales de los productores.**

Adopción de híbridos de *Brachiaria*: (Mulato, Mulato II, y Cayman)

El CIAT ha
liberado
más de

200

genotipos
avanzados, de
los cuales

Cuatro ya han sido comercializados, y
Cuatro están en desarrollo y adaptación.

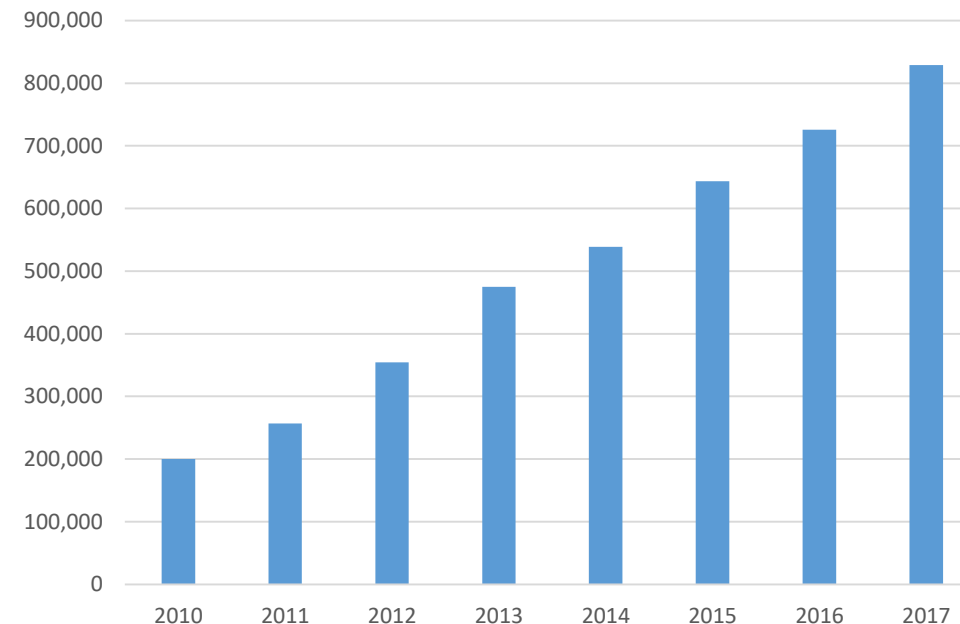


Mulato, el primer híbrido de
Brachiaria (liberado en **2001**)
fue mejorado por el CIAT.

*Estimado por ventas de semillas, asumiendo 7 kilos de semilla por hectárea (2017)



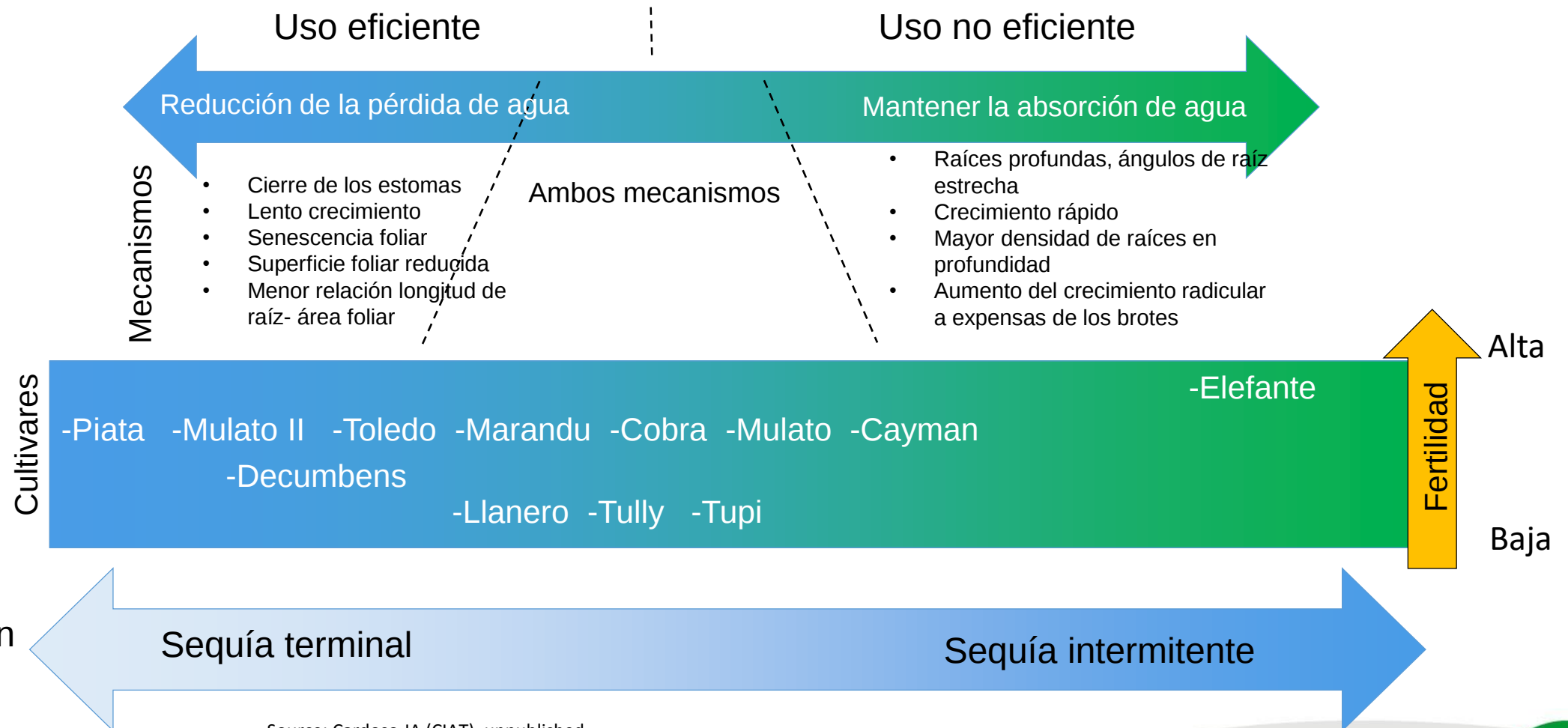
Híbridos de *Brachiaria* CIAT sembrados globalmente en ha



Los híbridos han sido un éxito en el mercado,
alcanzando un área total de **828,638 ha***

Fenotipificación / detección de la resistencia a la sequía (alto rendimiento)

La orientación de los pastos *Brachiaria* a zonas con distintos modelos de sequía



Source: Cardoso JA (CIAT), unpublished

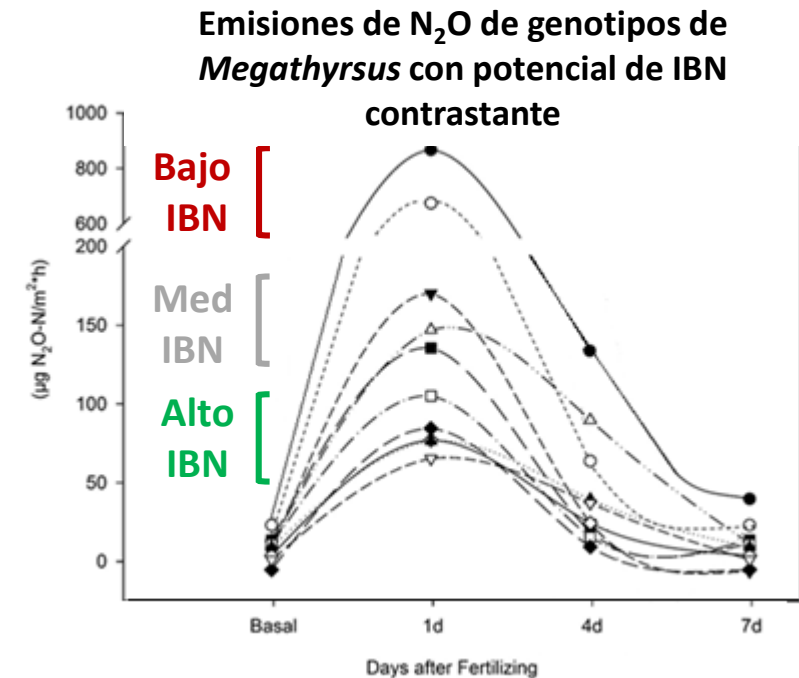
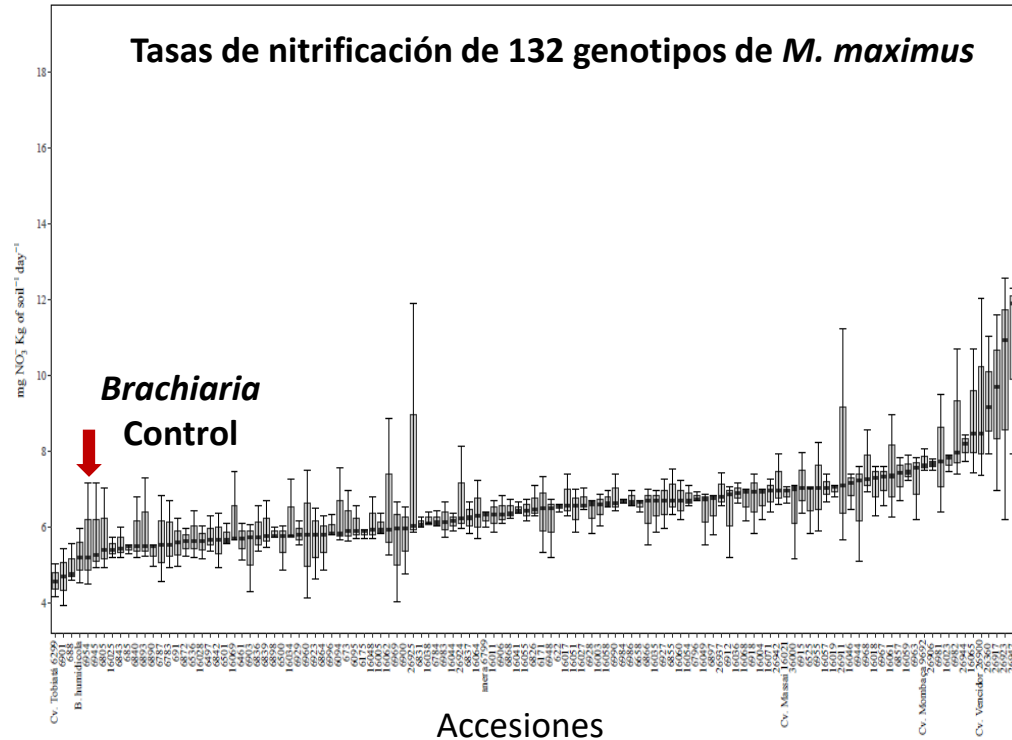
Potencial de IBN de *Megathyrus maximus*

¿Por qué *Megathyrus*? → Clave para la intensificación sostenible (biomasa superior y calidad)

Objetivo: Evaluar el potencial IBN de diferentes genotipos de *Megathyrus* para su implementación en fitomejoramiento.



132 *M. maximus* accesiones
Bh CIAT 16888 (+)
Suelo desnudo (-)



- ✓ Se identificaron **genotipos de *Megathyrus* con mayor capacidad de IBN** que *Brachiaria*.
- ✓ **Se logró una reducción de las emisiones de N₂O hasta en un 84%** (frente al 55% de Bh) en comparación con las accesiones de bajo IBN.

Ensayo silvopastoril en el CIAT para evaluar los parámetros productivos y ambientales con combinaciones de gramíneas y leguminosas.

Politúneles con capacidad para la medición simultánea de CH₄ de cuatro animales.

Tratamientos:

T1: *Brachiaria* híbrido cv Cayman.

T2: *Brachiaria* híbrido cv Cayman + *Canavalia brasiliensis*.

T3: *Brachiaria* híbrido cv Cayman + *Canavalia brasiliensis* + *Leucaena diversifolia*.

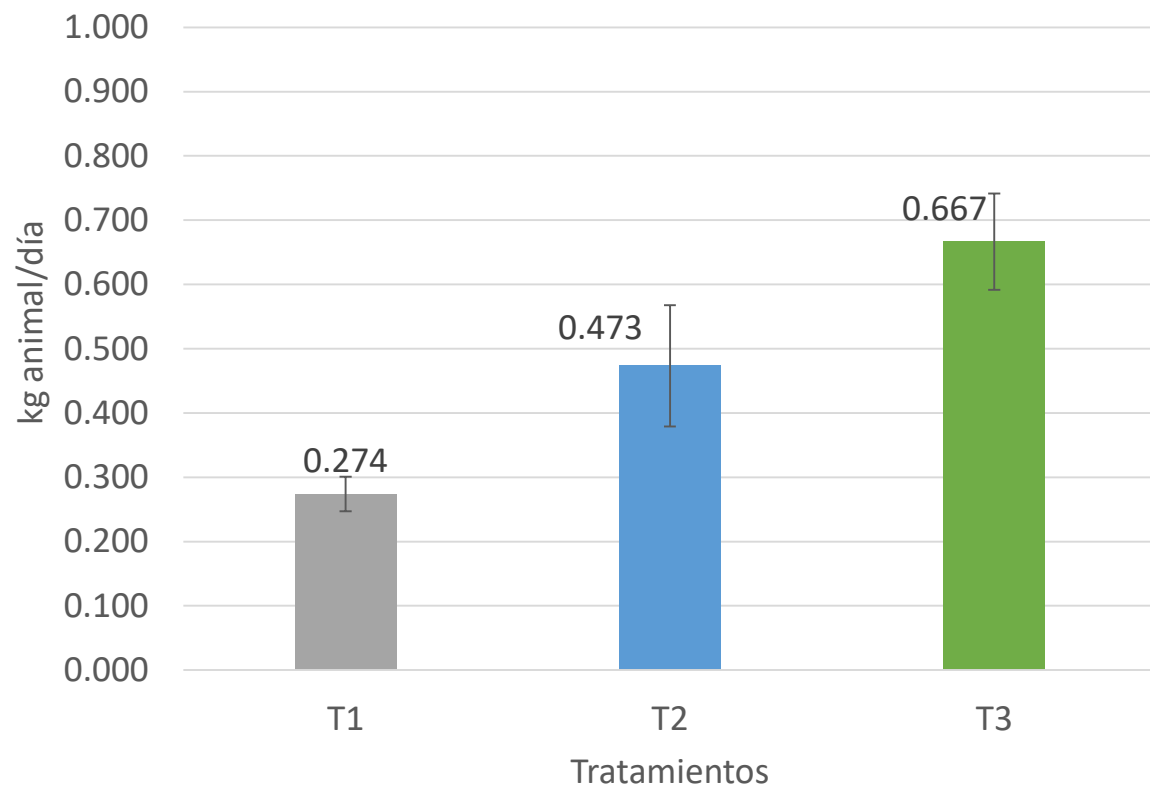


Objetivos:

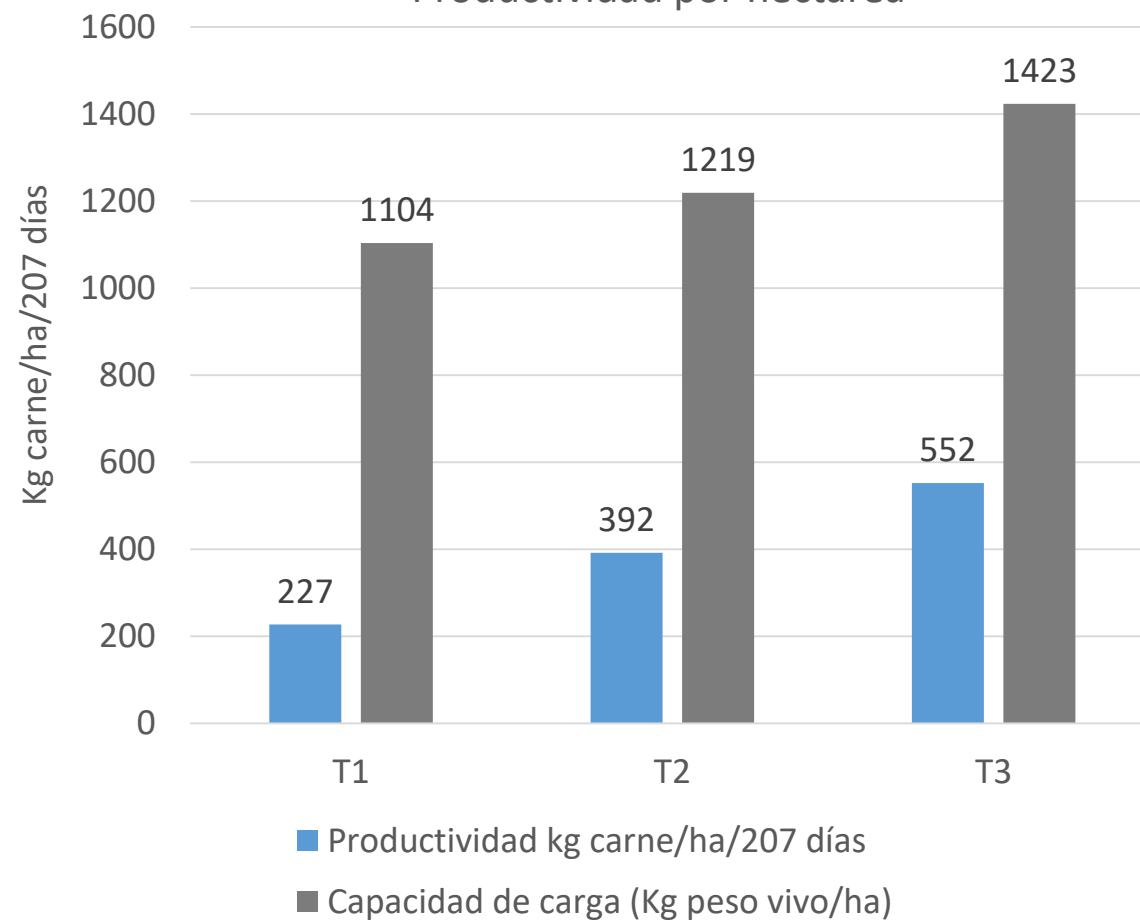
- ✓ Determinar el aumento de peso (g/animal/día) de novillos en pastoreo en parcelas con solo pastura y asociadas con leguminosas herbáceas y arbustivas.
- ✓ Comparar el manejo tradicional que le da un agricultor a su granja versus un sistema silvopastoril

Sistema silvopastoril

Ganancia diaria de peso



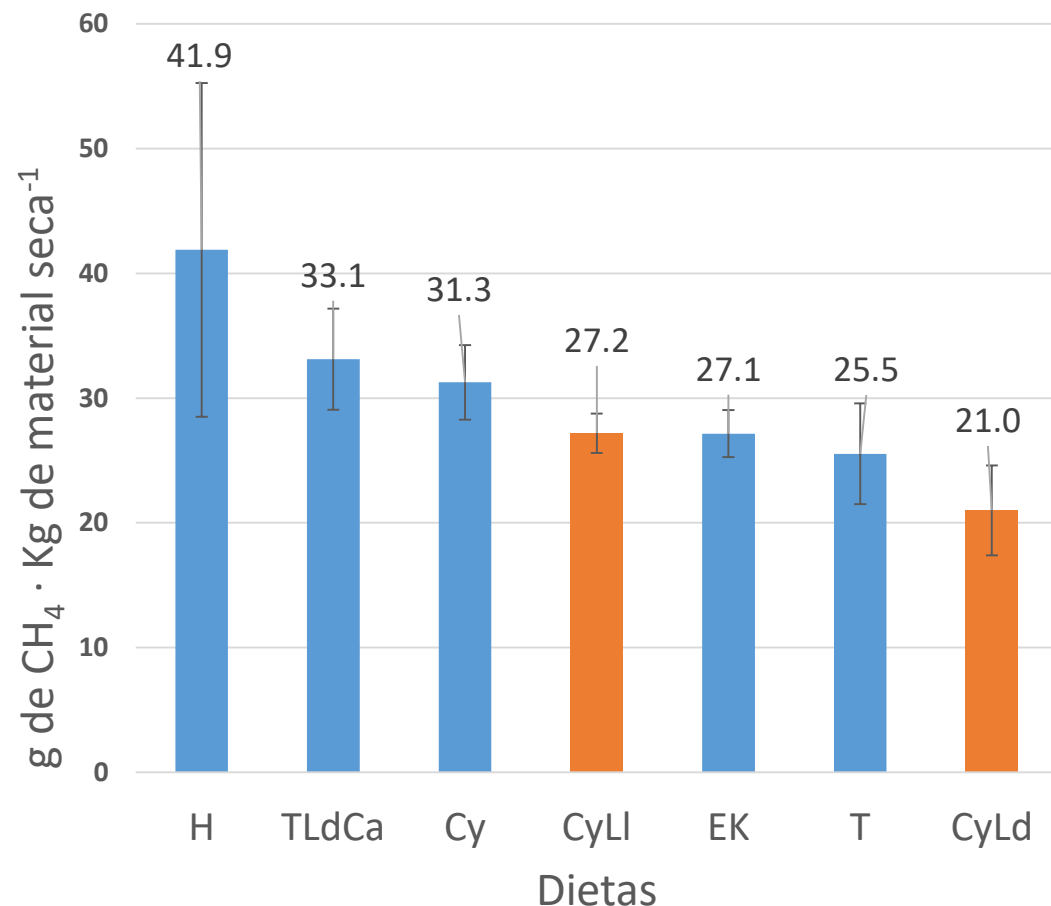
Productividad por hectárea



Fuente: Sotelo & Gutierrez., 2015 m.sotelo@cigar.org

ciat.cgiar.org

Emisiones de metano entérico por Kg de ingesta de materia seca



H: Heno de *Dichanthium aristatum* (Angleton)

TLdCa: *Brachiaria brizantha* cv. Toledo + *Leucaena diversifolia* ILRI 15551 + *Canavalia brasiliensis* CIAT 17009

Cy: *Brachiaria* Híbrido CIAT BR/1752 cv Cayman

CyLI: *Brachiaria* Híbrido CIAT BR/1752 cv Cayman + *Leucaena leucocephala* CIAT 17263

EK: *Cynodon nlemfuensis* (Estrella) + *Pueraria phaseoloides* (Kudzú)

T: *Brachiaria brizantha* CIAT 26110 cv. Toledo

CyLd: *Brachiaria* Híbrido CIAT BR/1752 cv Cayman + *Leucaena diversifolia* ILRI 15551

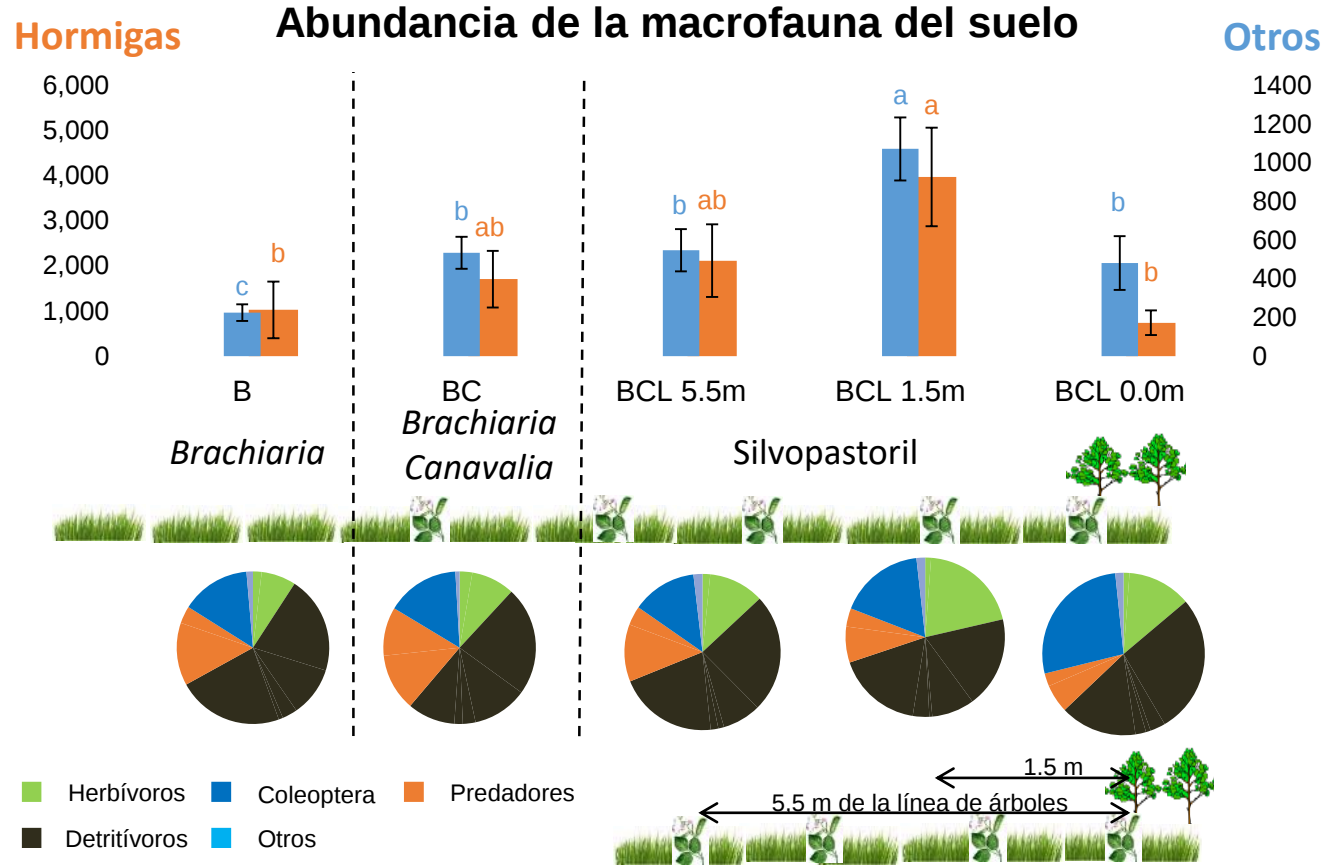
Animales: 4 novillos de 300 kg de peso vivo en promedio



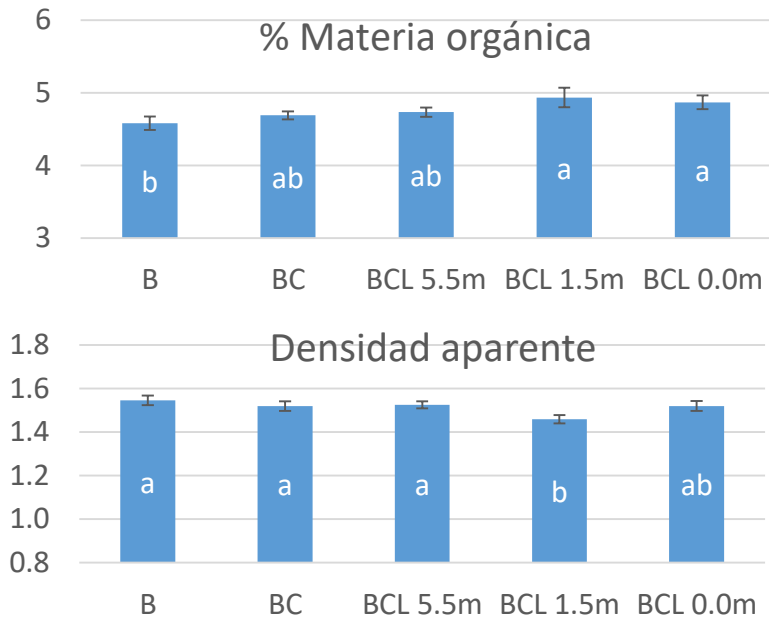
Fuente: Gaviria et al., 2017 Unpublished data x.gaviria@cgiar.org

Servicios ecosistémicos

Los sistemas silvopastoriles mejoran la calidad del suelo



Vazquez et al., en preparación



Agregado Biogénico

- ✓ El arreglo silvopastoril aumentó la abundancia de **macrofauna del suelo** y mejoró la estructura del suelo.
- ✓ La actividad biológica de la macrofauna y la **mayor cantidad de materia orgánica** del suelo encontrado en el tratamiento con BCL reduce la compactación del suelo.

Experimento producción de leche con vacas bajo pastoreo de forrajeras en la finca del CATIE

En el marco del proyecto Livestock Plus (L+)

Tratamientos:

- ✓ *Brachiaria* híbrido cv. Cayman en monocultivo
 - ✓ Cayman en asocio con *Leucaena diversifolia*
 - ✓ Cayman en asocio con *Tithonia diversifolia* + *Arachis pinto*
 - ✓ Cayman en asocio con *A. pinto*
 - ✓ Control: Dieta actual a base de mezcla *Brachiaria arrecta* (Tanner) y *Cynodon nlemfuensis* (Estrella) + concentrado
-
- BCA con cuatro repeticiones
 - Área de repetición: 2500 m²
 - Área de tratamiento: 1 ha (10,000 m²)



La ganadería lechera se realiza en 34 hectáreas de la Granja Comercial del CATIE. La producción de leche del CATIE es un modelo intensivo de producción de tierras bajas tropicales cuyo objetivo principal es producir leche de calidad a muy bajo costo con un mínimo de emisiones. Hoy la lechería tiene un total de 120 vacas lecheras y la leche se vende a la Cooperativa Dos Pinos de la cual CATIE es miembro.

Experimento producción de leche con vacas bajo pastoreo de forrajeras en la finca de CATIE

Variables de respuesta a diferentes niveles:

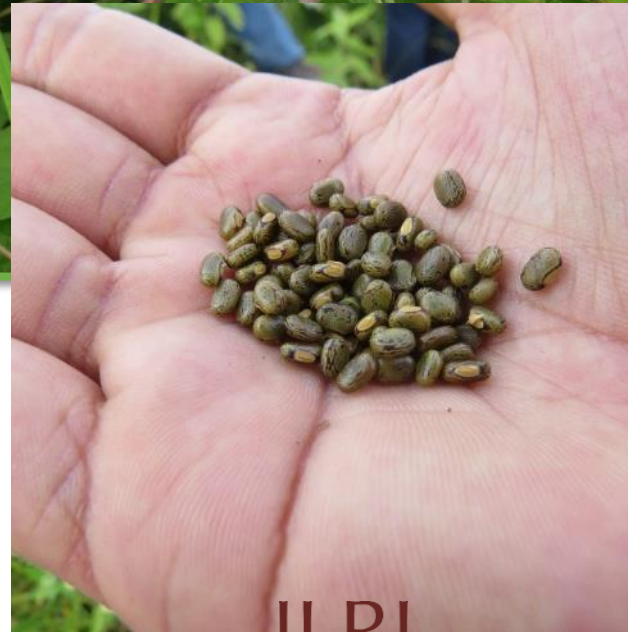
- Forrajes: ton MS / ha / año, Calidad nutricional
- Animal:
 - ✓ kg de leche / vaca / día
 - ✓ Calidad nutricional de la leche: Solidos totales, proteína, grasa
- Ambiental: Emisiones de metano a nivel entérico
- Suelo: Salud del suelo (física, química y biología), stock de carbono
- Económico: Análisis de los diferentes sistemas establecidos en el proyecto



Evaluación participativa y divulgación de resultados



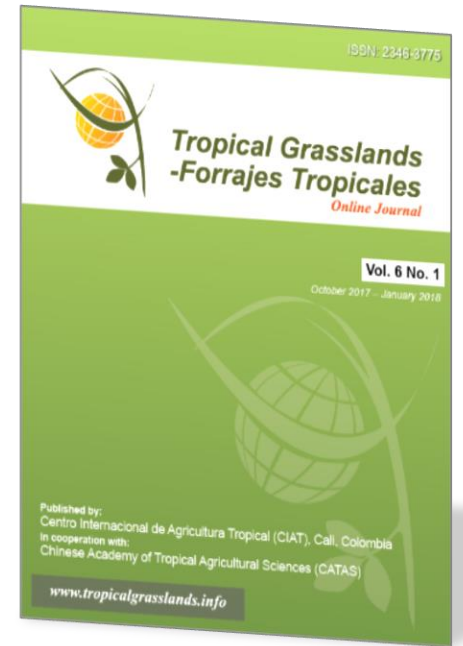
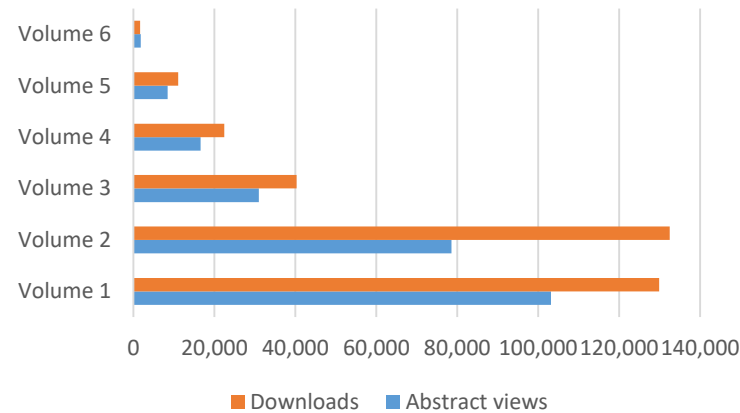
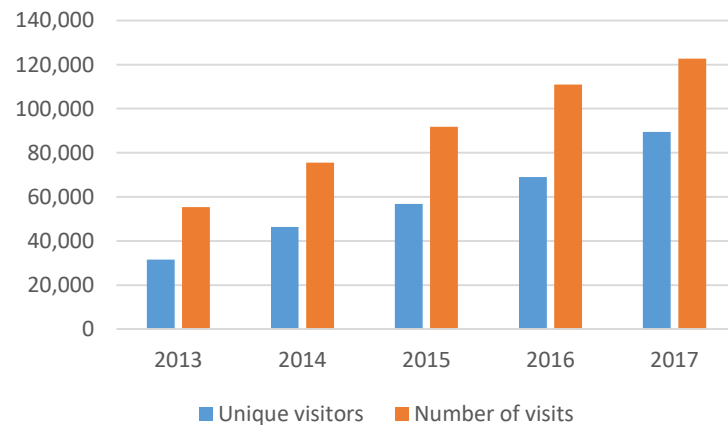
Producción artesanal de semilla (leguminosas)



Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales

ISSN: 2346-3775 / Factor de impacto: 0.389 / Scopus CiteScore 2018: 0.63 / SCImago 2017: 0.19

- Una revista científica internacional, de acceso abierto, arbitrada y bilingüe.
- Creada en 2012 como resultado de la fusión de las antiguas revistas *Tropical Grasslands* y *Pasturas Tropicales*.
- 198 artículos publicados hasta ahora, 115 en ediciones especiales y 83 en ediciones regulares.
- Indexada en las principales bases de datos de publicaciones arbitradas.



www.tropicalgrasslands.info



La revista está patrocinada actualmente por [Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences \(CATAS\)](http://Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences (CATAS))

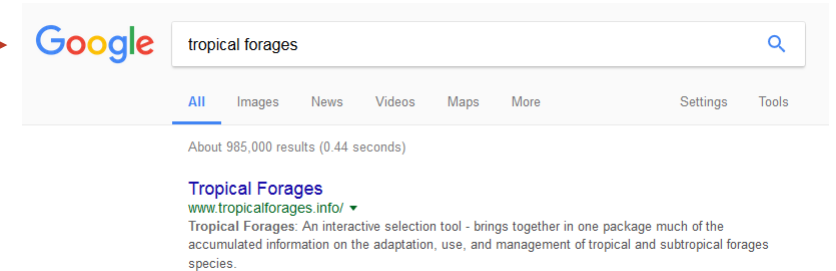
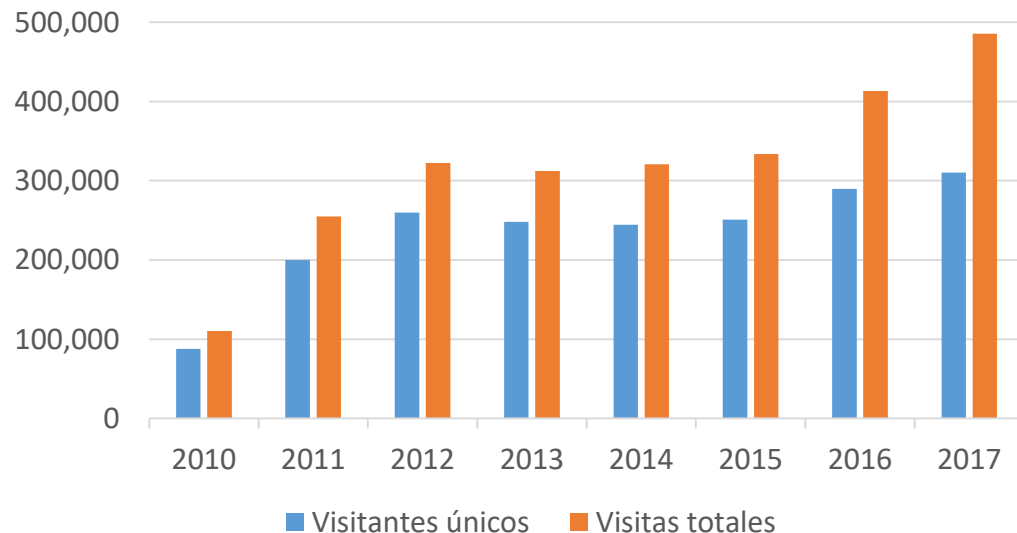
Building a sustainable future



Selección de Forrajes Tropicales (*herramienta en línea*)

En proceso de actualización (ACIAR; BMZ)

- 1er resultado en los motores de búsqueda
- Entre los sitios web más visitados del CIAT; casi 500,000 visitas anuales
- Preeminente fuente de información sobre forrajes tropicales



*Actualización de
contenido en curso*



*Acceso a través de
múltiples dispositivos*



*Incorporación de
avances en TI +*

Documentos de referencia



Douxchamps, Sabine; Mena, Martín; Van der Hoek, Rein; Benavídez, Alexander; Schmidt, Axel. 2011. ***Canavalia brasiliensis* Mart. ex Benth CIAT 17009** : forraje que restituye la salud del suelo y mejora la nutrición del ganado. INTA, CIAT, ETH, Managua, NI. hdl.handle.net/10568/69649



Peters, Michael, Franco, Luis Horacio, Schmidt, Axel, Hincapie, Belisario. 2011. **Especies forrajeras multipropósito: opciones para productores del trópico Americano.** CIAT, BMZ, GIZ, Cali, CO. hdl.handle.net/10568/54681



Franco, Luis Horacio; Peters, Michael. 2007. ***Canavalia brasiliensis*, una leguminosa multipropósito.** CIAT, Cali, CO. hdl.handle.net/10568/70536



Jones, C. and Sartie, A. 2018. **Opportunities for forage improvement through the ILRI Genebank.** Presented at the Class IV of the University of California, Davis African Plant Breeding Academy Workshop, ILRI, Nairobi, 28 November 2018. Nairobi, Kenya: ILRI. hdl.handle.net/10568/100309

¡Gracias!



E-mail:
m.sotelo@cgiar.org



This work was conducted as part of the **CGIAR Research Program on Livestock**, and is supported by contributors to the CGIAR Trust Fund and **Federal Ministry for Economic Cooperation and Development of Germany**. CGIAR is a global research partnership for a food-secure future. Its science is carried out by 15 Research Centers in close collaboration with hundreds of partners across the globe. www.cgiar.org



WE'RE PROUD TO
HAVE CELEBRATED 50 YEARS
OF AGRICULTURAL RESEARCH
FOR DEVELOPMENT

International Center for Tropical Agriculture - CIAT

Headquarters and Regional Office
for Southamerica and the Caribbean

+57 2 445 0000

Km 17 Recta Cali-Palmira
A.A. 6713, Cali, Colombia

 clat@cglar.org

 clat.cgiar.org



El CIAT es un Centro de Investigación de CGIAR