



# **INFORME FINAL ACTIVIDADES DEL WPI EN GUATEMALA EN EL MARCO DE LA INICIATIVA LCSR**

**Diciembre, 2024**

Martin A. Mena Urbina, Mónica Hernández-Quevedo, Rein van der Hoek

WPI

**INFORME**

**INFORME FINAL ACTIVIDADES DEL  
WPI EN GUATEMALA EN EL MARCO DE  
LA INICIATIVA LCSR**



INITIATIVE ON  
Livestock and Climate

## Tabla de Contenidos

Tabla de Contenidos .....	i
Abstract.....	ii
1 Introducción.....	1
2 Objetivos de las actividades propuestas para Guatemala.....	3
3 Actividades realizadas.....	4
3.1 Reuniones iniciales con socios locales en Izabal.....	4
3.2 Elaboración de protocolo de investigación .....	4
3.3 Establecimiento de experimentos .....	5
3.4 Monitoreo del establecimiento .....	5
3.5 Evaluaciones de rendimiento y calidad de materia seca.....	6
3.6 Reuniones con socios locales y otras organizaciones interesadas en potencial alianza de colaboración.....	6
4 Resultados y logros alcanzados .....	7
4.1 Caracterización de suelos de las áreas experimentales .....	7
4.2 Monitoreo del establecimiento .....	7
4.3 Evaluación del comportamiento agronómico y calidad nutricional de cultivares comerciales de pastos en época seca .....	9
4.4 Evaluación del comportamiento agronómico y calidad nutricional de cultivares comerciales de pastos en época de lluvias.....	11
4.4.1 Evaluación de cultivares promisorios para suelos con buen drenaje en primer período de la época de lluvias (Julio-septiembre).....	11
4.4.2 Evaluación de cultivares promisorios para suelos con buen drenaje en la época de Nortes (octubre-noviembre).....	12
4.4.3 Evaluación de tres cultivares promisorios para suelos con mal drenaje en primer período de la época de lluvias (Julio-septiembre).....	14
4.5 Otros logros.....	16
4.6 Areas de fortalecimiento para futuras colaboraciones CGIAR con el sector ganadero de Guatemala.....	16
Referencias.....	18
Anexo 1: Perfil protocolo para evaluaciones de cultivares comerciales de pastos en Guatemala.....	19

## Abstract

This activity, part of the CGIAR Livestock and Climate initiative, aimed at evaluating the agronomic performance and nutritional quality of commercial grass cultivars in Puerto Barrios, Izabal, Guatemala.

The research objectives included providing local farmers with information on biomass yield and nutritional quality of 7 *Urochloa* and *Megathyrus* grass cultivars and hybrids during rainy and dry seasons and assessing farmers' preferences. The findings revealed that during the first part of the rainy season, *Megathyrus maximus* cv. Mombasa and *Urochloa brizantha* cv. Toledo yielded the highest biomass, whereas *Urochloa* hybrid Mulato and *Megathyrus maximus* cv. Miyagui had lower yields. In the dry season, all grasses experienced reduced yields, with Miyagui and Mulato performing better than the others.

The activity fostered significant inter-institutional collaboration, leading to a formal agreement between the Alliance, the University of Izabal (CUNIZAB) and the University of San Carlos. This partnership has strengthened local capacity and knowledge transfer, benefiting both farmers and students. The Association of Livestock Keepers of Izabal played a crucial role by providing resources and support for the research.

Additionally, the project facilitated collaboration with the International Committee for the Development of Peoples (CISP), resulting in the reprinting of a manual on silvopastoral systems, which was disseminated through workshops for local farmers. The research also served as a training platform for university students.

The project has sparked interest from other organizations, such as The Nature Conservancy, which views the experiences in Izabal as valuable for implementing similar initiatives elsewhere in Guatemala. Looking ahead, identified needs for future CGIAR interventions include promoting sustainable livestock practices, improving governance in the livestock sector, and enhancing climate services and green finance.

## 1 Introducción

De acuerdo con las proyecciones del Banco de Guatemala (BANGUAT), el sector agrícola, pecuario e hidrobiológico, representó el 9.31 % del Producto Interno Bruto (PIB) en el año 2022. Este sector emplea al 27.09% de la población económicamente activa y es responsable de más del 51% de las exportaciones (MAGA, 2024).

La ganadería bovina constituye uno de los rubros importantes del sector agrícola. Los productos de origen bovino animal tienen una alta propensión de consumo en la dieta de las familias guatemaltecas. Los bienes pecuarios forman parte de los 34 productos de la canasta básica de alimentos en 2 categorías cárnicas y 4 lácteas, por lo que la producción de este bien es indispensable en la economía de Guatemala.

Guatemala cuenta con unos 3.3 millones de cabezas de ganado vacuno (principalmente razas de cebú), de los cuales 30% forman parte del hato lechero, y 70% del hato de carne. Según datos del MAGA de 2022 la región del Petén mantiene el mayor hato ganadero nacional, con más de 1.8 millones de cabezas de bovino para la producción de carne y leche. En el caso del subsector, la Asociación de Desarrollo del Sector Lácteo (ASODEL) reportó en 2022 que, el número de productores primarios asciende a 13,500. El 67% son micro productores y productores para el autoconsumo; de estos, el 11% es conformado por productores formales y el restante por productores informales. La cabaña se compone de 733,435 vacas de ordeño (35,344 de alta producción y 698,091 de baja producción). La producción actual se ubica en aproximadamente en 1.8 millones de litros diarios, que alcanzan a cubrir sólo el 34% del consumo nacional. El consumo de leche en Guatemala es de 55 litros per cápita, siendo de los más bajos de Latinoamérica y cubriendo aproximadamente solo un tercio de las recomendaciones de la OMS (160 litros per cápita, unas dos o tres porciones de productos lácteos al día).

En el documento sobre estrategia para el agro de Guatemala 2024-2028 (MAGA, 2024) se señala que tanto la producción de carne como de leche de la ganadería bovina es ineficiente y que se requiere importar volúmenes considerables para satisfacer la demanda local. Esa ineficiencia productiva se encuentra en estrecha relación con el deficiente manejo de sistemas de alimentación, los cuales están basados en el uso de pasturas.

Según el Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y uso de la Tierra (Gobierno de Guatemala, 2014), los pastizales ocupaban un área de 1.651 millones de hectáreas [2.351 millones de manzanas] (DOS, 2019). La expansión del área con pastizales ha ocurrido principalmente en los departamentos de Petén e Izabal, así como en la parte norte de los departamentos de Alta Verapaz y Quiché. Para ello, se han utilizado pastos mejorados o cultivados (principalmente de los géneros *Brachiaria* [*Urochloa*] y *Panicum* [*Megathyrsus*]) (DOS, 2019).

En Guatemala, la importación y comercialización de nuevos cultivares comerciales de pastos de *Urochloa* spp. y *Megathyrsus* spp. es una actividad en crecimiento; sin embargo, a pesar de los esfuerzos que realizan los productores por establecer nuevos cultivares comerciales de pastos, aún persiste el problema de degradación de pasturas debido al manejo inadecuado de los potreros y del pastoreo aunado a los riesgos de sequía o inundaciones frecuentes asociados con el fenómeno del cambio climático.

Uno de los factores de la gestión de pasturas que influye en el problema de degradación es la inadecuada selección de especies y cultivares; existen pocos estudios de evaluación de la adaptación de especies forrajeras a las diferentes condiciones de clima, suelo, pendiente y

manejo prevalentes en las principales zonas ganaderas del país, así como su caracterización productiva y nutricional (DOS, 2019).

En consultas realizadas a productores y representantes de organizaciones gremiales, al iniciar en Guatemala las intervenciones de la iniciativa del CGIAR sobre Ganadería y Clima, requirieron mayor apoyo en el tema de producción de forrajes para enfrentar los desafíos de la baja productividad de la ganadería y los efectos de sequías e inundaciones recurrentes asociados al cambio climático.

## 2 Objetivos de las actividades propuestas para Guatemala

Con base en la demanda de colaboración expresada por representantes de organizaciones gremiales, en el marco del WP1 de la iniciativa CGIAR sobre Ganadería y Clima, se propuso trabajar en la evaluación agronómica y calidad nutritiva de cultivares comerciales de pastos en dos sitios contrastantes en lo que respecta a clima y suelos: Jutiapa e Izabal. No obstante, debido al recorte presupuestario en 2023 se priorizó trabajar solo en Izabal. Los objetivos del trabajo de investigación realizado fueron:

- Disponer de información para ganaderos de Izabal acerca de rendimiento de biomasa de pasto y calidad nutricional en tres épocas climática (Lluvia, Nortes y Seca) de siete cultivares comerciales de pastos con prácticas adecuadas de manejo de pastoreo.
- Evaluar con productores características/atributos favorables y desfavorables y orden de preferencia de siete cultivares comerciales de pastos bajo diferentes condiciones de clima y suelo en Puerto Barrios, Izabal.

## 3 Actividades realizadas

### 3.1 Reuniones iniciales con socios locales en Izabal

En el ámbito de las actividades del WP2 se realizaron las primeras conversaciones con la Asociación de Ganaderos de Izabal (AGI) en abril-mayo 2023, en las que expresaron su interés en formalizar relaciones de colaboración con la iniciativa LCSR para trabajar en el tema de introducción de nuevo germoplasma de forrajes. Luego, en junio 2023 se efectuó la primera reunión virtual con la directiva y algunos miembros de la AGI en la que se revisó a mayor profundidad el interés de la AGI y la pertinencia de realizar una evaluación del comportamiento agronómico y calidad nutricional de cultivares comerciales de pastos existentes en el mercado de semilla de pastos en Guatemala, pero con una baja o inadecuada adopción.

Posteriormente, a mediados de junio 2023 se realizó una visita a Izabal de un equipo de la Alianza integrado por investigadores que trabajan en WP1 y WP2 de la iniciativa LCSR en la cual se formalizó el establecimiento de relaciones con los socios locales AGI y el Centro Universitario de Izabal (CUNIZAB) para trabajar en conjunto la evaluación de cultivares comerciales de pastos. Durante la visita se aprovechó a conversar con productores y técnicos para conocer más sobre los sistemas ganaderos predominantes y se visitó la finca experimental del CUNIZAB donde se seleccionaron las áreas experimentales para el establecimiento de dos experimentos: Uno sobre evaluación de cultivares promisorios para suelos con drenaje bueno a moderado y el otro sobre cultivares promisorios que se adaptan a condiciones de drenaje deficiente. La AGI también expresó disposición y solicitó colaboración de la iniciativa LCSR para desarrollar un plan de establecimiento de un módulo demostrativo de ganadería sostenible con sistemas de pasturas mejoradas y silvopasturas, en vista de la cesión de derecho de uso y administración de la finca que les ha brindado el CUNIZAB.

Además, en esta visita se aprovechó a visitar en Petén un experimento sobre evaluación de pasturas comerciales de *U. humidicola* y *U. híbrido Caymán*, en finca experimental de la empresa SEMIAGRO, la cual es distribuidor de semillas de pastos mejorados y distribuidor exclusivo en Guatemala de los híbridos de *Urochloa*, desarrollados por la empresa Tropical Seeds (PAPALOTLA) a partir de genotipos generados por el programa de mejoramiento de Brachiarias. A través de esta visita se logró estrechar colaboración entre AGI y la iniciativa LCSR con SEMIAGRO.

### 3.2 Elaboración de protocolo de investigación

A través de sesiones virtuales con profesores del CUNIZAB, de la Universidad de San Carlos (USAC), y directivos de la Asociación de ganaderos de Izabal se logró desarrollar el protocolo de investigación que orientó la realización correcta de la investigación en tiempo y forma (Anexo 1).

Debido a diferencias significativas en capacidad de drenaje de suelo en las áreas propuestas, y considerando que una buena parte de las áreas de pastoreo de Izabal presentan condiciones de suelo con drenaje deficiente, se acordó realizar dos experimentos: Uno para evaluar cultivares comerciales con potencial de adaptación en condiciones de suelo con buen drenaje (cinco cultivares) y el otro para evaluar cultivares promisorios para suelos con drenaje deficiente (tres cultivares).

### 3.3 Establecimiento de experimentos

Las asociaciones de ganaderos AGI y AGJ expresaron interés en realizar en conjunto con la iniciativa sobre Ganadería y Clima experimentos de evaluación de cultivares comerciales de pastos, pero debidos a limitaciones presupuestarias en 2023 solamente se oficializó la propuesta para trabajar con la AGI.

El establecimiento de los experimentos inició en julio 2023 con labores de poda y raleo para regular sombra en las áreas seleccionadas, luego en la primera semana de agosto 2023 se realizó la preparación del terreno mediante el método de labranza mínima con un control mecánico de la vegetación original y después se realizó aplicación de herbicida no selectivo sobre el rebrote a los 15 días después del corte mecánico.

La siembra de los cultivares de pastos mejorados se realizó a finales de agosto 2023, con el acompañamiento técnico de dos asociados de investigación de la Alianza y la colaboración de estudiantes de CUNIZAB. Para esto, primero se delimitaron 10 parcelas o potreros con un tamaño promedio de 1200 m<sup>2</sup> en el área seleccionada para el establecimiento de cinco cultivares promisorios para suelos con buen drenaje con dos repeticiones y seis parcelas de ese mismo tamaño en el área seleccionada para siembra de tres cultivares comerciales de pastos promisorios para suelos con drenaje deficiente, también con dos repeticiones. En total se ocupó 1.2 ha para el establecimiento del experimento sobre cultivares de pastos promisorios para suelos con buen drenaje y 0.72 ha para establecer el experimento sobre cultivares promisorios para suelos con drenaje deficiente.

Luego, se realizó acompañamiento técnico y demostración sobre el método de siembra y las distancias de siembra, y se encargó a AGI y CUNIZAB completar la siembra de todas las parcelas en la siguiente semana después de esta visita. El método utilizado fue siembra al espeque, con distancias de siembra de 0.35 m entre hileras de pastos y 0.35 m entre posturas de siembra sobre cada hilera.

Para el establecimiento de los experimentos se usó un diseño de bloque completos al azar (BCA) con dos repeticiones, y para el análisis de los datos se usará un modelo mixto de medidas repetidas en el tiempo para dos épocas de crecimiento. En el cuadro a continuación se detallan los cultivares en evaluación en ambos experimentos:

Experimento en suelos con drenaje moderado a bueno	Experimento en suelos con drenaje deficiente
<i>Megathyrsus maximus</i> cv Mombasa	<i>Urochloa híbrido</i> cv Caymán
<i>Megathyrsus maximus</i> cv Miyagui	<i>Urochloa humidicola</i> cv Humidicola
<i>Urochloa brizantha</i> cv Toledo	<i>Urochloa arrecta</i> cv Cornel
<i>Urochloa híbrido</i> cv Mulato	
<i>Urochloa híbrido</i> cv Caymán	

### 3.4 Monitoreo del establecimiento

Después de la siembra, para monitorear el establecimiento de los pastos se realizaron un total de 3 visitas hasta el momento en que se consideró que las parcelas estaban bien establecidas y se podía realizar el primer pastoreo para estimular la multiplicación y desarrollo de los macollos.

La primera visita de monitoreo fue a las 4 semanas para evaluar la germinación de semilla y emergencia de plántulas. Luego se realizaron visitas a las 8 y 12 semanas después de la siembra para monitorear la cobertura y altura de plantas. En la primera semana de diciembre 2023 se realizó la protección de las áreas experimentales mediante la instalación del equipo, accesorios y tendido de alambre de cercas eléctricas para controlar el primer pastoreo, después de verificar que los pastos estaban bien establecidos. Además de controlar el pastoreo de los animales en las parcelas experimentales de pastos, la instalación de las cercas eléctricas se realizó con el propósito de apoyar a la AGI con el establecimiento de un módulo demostrativo sobre ganadería sostenible con sistemas de pasturas mejoradas y silvopasturas para capacitación de productores y apoyar la formación profesional de estudiantes del CUNIZAB. Finalmente, a los 3 meses después de la siembra, se concluyó la etapa de establecimiento de los pastos con la realización del primer pastoreo en el experimento con cultivares promisorios para suelos con buen drenaje.

Cabe mencionar que, las evaluaciones y monitoreo durante la etapa del establecimiento se centraron en el experimento con cultivares promisorios para suelos con buen drenaje, ya que en el experimento con cultivares promisorios para suelos con drenaje deficiente se enfrentaron problemas de mala germinación de semilla del cv U. Humidicola, muerte de semillas y plántulas de U. híbrido cv Caymán y dificultad para conseguir semilla vegetativa del cv Cornel. Luego, también hubo problemas para conseguir semilla botánica para nueva siembra de las parcelas del cv Humidicola y resiembra parcial en las parcelas del cv Caymán. Todas estas dificultades obligaron a esperar hasta la época de lluvias 2024 para lograr un buen establecimiento de las parcelas en este experimento.

### 3.5 Evaluaciones de rendimiento y calidad de materia seca

Durante el año 2024 se alcanzó a realizar un total de 6 evaluaciones del comportamiento agronómico y la calidad nutricional de los cultivares de pastos promisorios para suelos con buen drenaje. Estas incluyen: una evaluación en época seca (marzo 2024), 3 evaluaciones en la primera parte del período lluvioso (julio-septiembre) y 2 correspondientes a los meses de la época de Nortes (octubre y noviembre), mientras que en el caso del experimento sobre cultivares promisorios para suelos con deficiente drenaje solo se alcanzó a realizar 4 evaluaciones en 2024: 2 correspondientes a la primera parte del período lluvioso (agosto-septiembre) y 2 en los meses de la época de Nortes (octubre-noviembre).

### 3.6 Reuniones con socios locales y otras organizaciones interesadas en potencial alianza de colaboración

En 2023 y 2024 se realizaron reuniones con una frecuencia casi bimensual con los socios principales en IZABAL: AGI y CUNIZAB. Estas fueron reuniones de coordinación de actividades y exploración de otros temas de colaboración con la Alianza de Bioversity y CIAT y se gestionó la firma de convenio de colaboración oficial entre la Alianza y CUNIZAB.

También, se realizaron reuniones virtuales y presenciales con la ONG italiana Comité Internacional para el Desarrollo de los Pueblos (CISP) y reunión virtual con The Nature Conservancy (TNC) quienes expresaron interés en explorar áreas de colaboración con la Alianza.

## 4 Resultados y logros alcanzados

### 4.1 Caracterización de suelos de las áreas experimentales

Los resultados de análisis de suelos realizados antes del establecimiento de los experimentos muestran que, en general los suelos en ambas áreas presentan bajos niveles de fertilidad y se clasifican como suelos muy ácidos. Los valores de pH están por debajo de 5 y los de acidez intercambiable son mayores que 1 Cmol(+)/L, los cuales son indicativos de posibles limitaciones para el crecimiento de raíces de la mayoría de cultivos por acidez del suelo. Además, los contenidos de macronutrientes Fósforo y Potasio en las dos áreas experimentales se encuentran por debajo de los valores críticos establecidos para ambos elementos, esto es menor de 12 mg/L y menos de 0.2 Cmol(+)/l respectivamente, aunque presentan contenido moderado de materia orgánica (3.7 % y 2.2%, respectivamente para el experimento en suelos con buen drenaje y el otro en áreas con drenaje deficiente). En cuadro 1 se presentan los resultados de análisis de suelo realizado en septiembre 2023 en laboratorio ANALAB de Guatemala.

**Cuadro 1. Características físicas y químicas de suelos en las dos áreas experimentales**

Area experimental	pH	Acidez intercambiable (Cmol(+)/L)	Materia Orgánica (%)	Fósforo (mg/L)	Potasio (Cmol(+)/L)	Calcio (Cmol(+)/L)	Magnesio (Cmol(+)/L)	Clase Textural
Buen drenaje	4.65	2.73	3.7	7.75	0.07	0.30	0.18	ARCILLO ARENOSO
Drenaje deficiente	4.82	2.77	2.2	7.75	0.16	3.05	2.09	ARCILLO ARENOSO

Los suelos de la zona son pesados, su partícula de suelo dominante es la arcilla, por lo que presenta retención de agua, lo cual hace que algunas zonas sean afectadas por encharcamientos o pozas, limitando un buen drenaje del suelo ((Tobías & Lira, 2000, como se citó en Chicas, 2022). Las diferencias en drenaje del suelo se asociaron más con la ubicación y topografía de las áreas experimentales: El área del experimento con buen drenaje presenta una topografía inclinada con una pendiente de 35 °C, lo cual contribuye al drenaje natural en el terreno, mientras que en el otro experimento el terreno es plano, se encuentra en una parte baja y cercano a una quebrada que se rebalsa ocasionalmente e inunda esta área.

### 4.2 Monitoreo del establecimiento

A las 4 semanas después de la siembra se encontró un promedio de 81% de posturas efectivas con más de tres plántulas por postura. La mayor efectividad de siembra se observó para *U. híbrido* cv Caymán seguido por *M. maximus* cv Mombasa con 97 y 82% de posturas efectivas, mientras los valores mas bajos se obtuvieron en parcelas de *U. brizantha* cv Toledo y *M. maximus* cv Miyagui con 71 y 75% de posturas efectivas, respectivamente. (Cuadro 2)

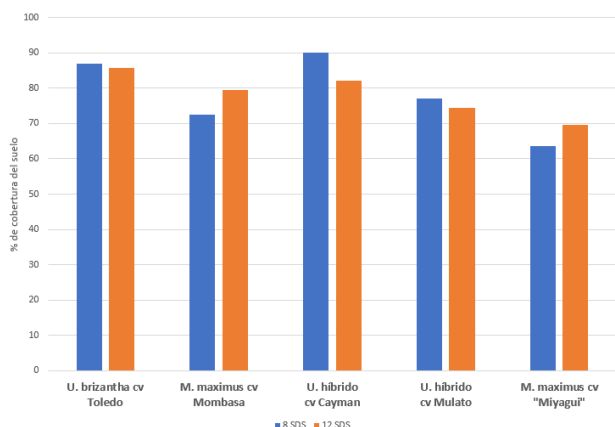
**Cuadro 2. Comportamiento agronómico de los cinco cultivares de pastos promisorios para suelos con buen drenaje, a las 4 semanas después de la siembra**

CULTIVARES	POSTURAS POR m <sup>2</sup>	PORCENTAJE POSTURAS EFECTIVAS (%)	NO. TOTAL DE PLANTULAS POR m <sup>2</sup>	ALTURA DE PLANTAS (cm)	VIGOR DE PLANTAS
Megathyrsus maximus cv Miyagui	9	75	45	11	Bueno-Regular
Megathyrsus maximus cv Mombasa	10	82	58	26	Muy Bueno-Bueno
Urochloa brizantha cv Toledo	9	71	49	28	Regular-Pobre
Urochloa híbrido cv Caymán	8	97	35	31	Bueno-Regular
Urochloa híbrido cv Mulato	9	79	19	19	Bueno

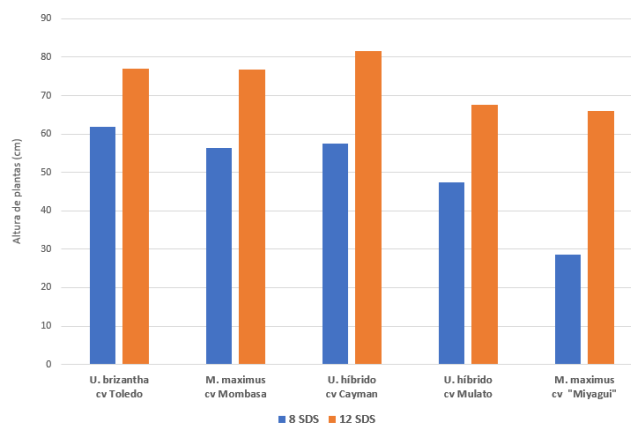
El mejor comportamiento en esta fase de establecimiento se obtuvo en el cv Mombasa con 82% de posturas efectivas, alta densidad de plántulas/m<sup>2</sup> (58) y buen crecimiento de plántulas con altura promedio de 26 cm y vigor entre muy bueno a bueno, seguido por cv Caymán que mostró también buen crecimiento inicial de plántulas (31 cm de altura y vigor bueno a regular). El cultivar Miyagui se consideró como el de crecimiento más lento al alcanzar la menor altura de plantas (11 cm) y vigor de plántulas entre bueno y regular.

En el caso del experimento sobre cultivares para suelos con drenaje deficiente, a las 4 semanas después de siembra se obtuvo mejor comportamiento del cv Cornel tanto para germinación (en este caso fue sobrevivencia de la semilla vegetativa), como para el crecimiento inicial de plántulas, las que alcanzaron 48 cm de altura y vigor muy bueno. El híbrido Caymán presentó 73% de posturas efectivas, altura promedio de 25 cm y vigor de plántulas entre bueno y regular. El cv Humidicola no se evaluó en esta fecha porque la semilla presentó una germinación demasiado baja que obligó a realizar nueva siembra con material vegetativo en las dos parcelas

Después de la evaluación de germinación a 4 SDS, solo se continuó monitoreando el crecimiento de los pastos a las 8 y 12 SDS en el experimento sobre cultivares promisorios para suelo con buen drenaje, debido a que en el otro experimento hubo problemas con el establecimiento de los tres cultivares que obligó a realizar nueva siembra y luego resiembra en la mayoría de las parcelas. En las figuras 1 y 2 se muestran los resultados de las mediciones de cobertura de pastos y altura de plantas de los cinco cultivares promisorios para suelos con buen drenaje a las 8 y 12 SDS.



**Figura 1. Cobertura de pasto de los cinco cultivares promisorios para suelos con buen drenaje a las 8 y 12 semanas después de la siembra**

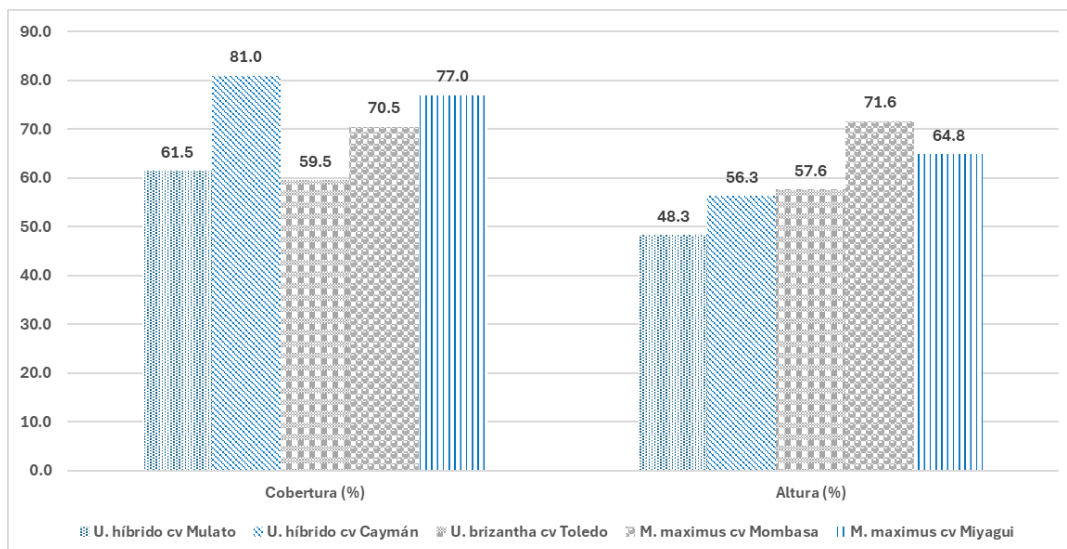


**Figura 2. Altura de plantas de pasto de los cinco cultivares promisorios para suelos con buen drenaje a las 8 y 12 semanas después de la siembra**

Se encontró que a las 8 SDS casi todos los cultivares presentaban cobertura del suelo mayor de 70%, excepto el cultivar Miyagui con 64%, lo cual los ubicó por encima del nivel crítico del 60% para iniciar un primer pastoreo; sin embargo, por el criterio de altura de plantas solo el cv Toledo alcanzó la altura adecuada para realizar el primer pastoreo en ese momento. Estos resultados muestran que bajo las condiciones de clima y suelo que prevalecieron durante la fase de establecimiento, el pasto Toledo tuvo mayor vigor de establecimiento y podría empezarse el primer pastoreo de formación del potrero a las 8 SDS, mientras que en el resto de cultivares debe esperarse hasta 12 SDS que es el momento en que alcanzaron la cobertura y altura adecuada para ese primer pastoreo.

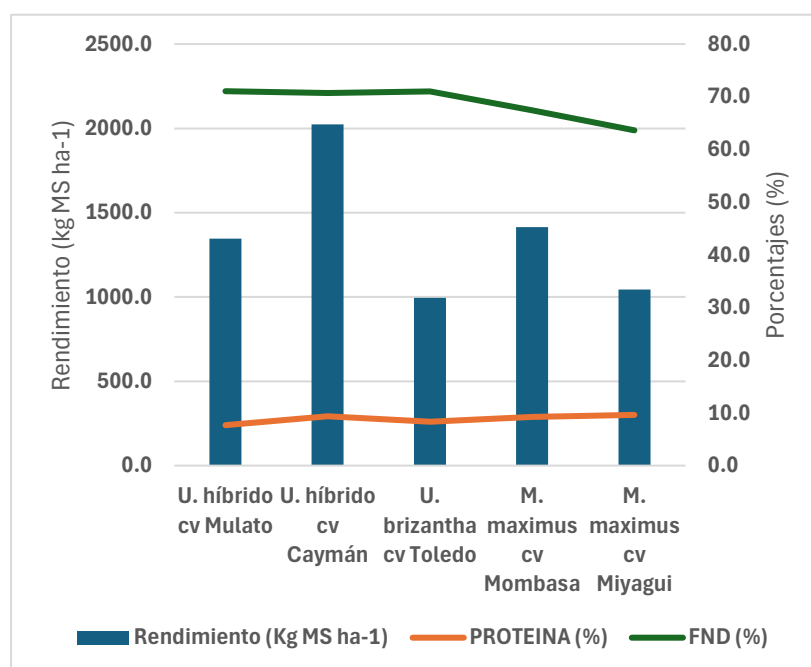
### 4.3 Evaluación del comportamiento agronómico y calidad nutricional de cultivares comerciales de pastos en época seca

Esta primera evaluación solo se efectuó en el experimento sobre cultivares para suelos con buen drenaje, ya que, debido a los problemas de germinación de semilla, afectaciones por plagas y exceso de humedad que afectaron las parcelas sembradas con cultivares promisorios para suelo con drenaje deficiente, no fue posible iniciar en este experimento el pastoreo ni realizar la primera evaluación de rendimiento y calidad de materia seca en la época seca. En la figura 3 se muestra la cobertura y altura promedio de plantas que alcanzaron los cinco cultivares para suelos con buen drenaje, durante un período de rebrote de 35 días en época seca (marzo 2024). En este corte destacó el cultivar Caymán por la mayor cobertura del suelo y la altura promedio de plantas, la cual estuvo dentro del rango óptimo que se recomienda para realizar el pastoreo (entre 50 y 60 cm) en la mayoría de cultivares comerciales del género *Urochloa*. En lo que respecta a cobertura, le siguieron Mombasa y Miyagui con 70.5% y 77%, respectivamente, pero la altura alcanzada por el rebrote estuvo por debajo del rango de la altura óptima para pastorear estos cultivares (entre 80 y 100 cm).



**Figura 3. Cobertura de pasto y altura promedio de plantas a 35 días de rebrote en época seca de los cinco cultivares comerciales promisorios para suelos con buen drenaje**

El mayor rendimiento de materia seca en esta época se obtuvo en el cultivar Caymán (2,023 kg MS ha<sup>-1</sup>) seguido por los cultivares Mombasa y Mulato los cuales rindieron 1,417 y 1345 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 4).



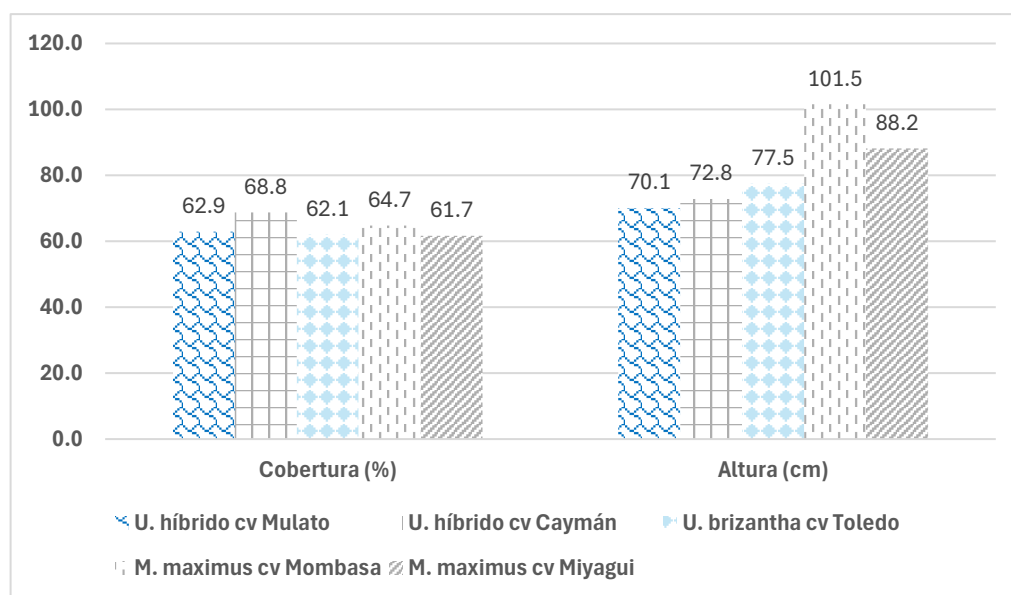
**Figura 4. Rendimiento de biomasa de pasto y calidad nutricional a 35 días de rebrote en época seca de los cinco cultivares comerciales promisorios para suelos con buen drenaje**

En términos de calidad, se observó una tendencia a presentar mejores indicadores de calidad nutricional en los dos cultivares del género *Megathyrus* que en los cultivares del género *Urochloa*; los primeros tuvieron contenidos promedio de proteína cruda y Fibra Neutro Detergente (FND) de 9.4% y 65.5%, respectivamente, mientras que los cultivares de *Urochloa* tuvieron promedios de 8.5% y 70.9%, respectivamente para proteína cruda y FND (Figura 4), lo cual estuvo asociado a una menor tasa de crecimiento que tuvieron los cultivares de *Megathyrus* en época seca, tal como se indicó anteriormente en relación con la altura promedio de plantas.

#### 4.4 Evaluación del comportamiento agronómico y calidad nutricional de cultivares comerciales de pastos en época de lluvias

##### 4.4.1 Evaluación de cultivares promisorios para suelos con buen drenaje en primer período de la época de lluvias (Julio-septiembre)

En la primera etapa del período lluvioso (Julio-Septiembre) la cobertura del suelo por el canopeo de pastos fue similar para los cinco cultivares de pastos con un promedio de 64%, observando una tendencia del cultivar Caymán a una mayor cobertura que el resto de cultivares, en parte debido a su crecimiento decumbente (Figura 5).

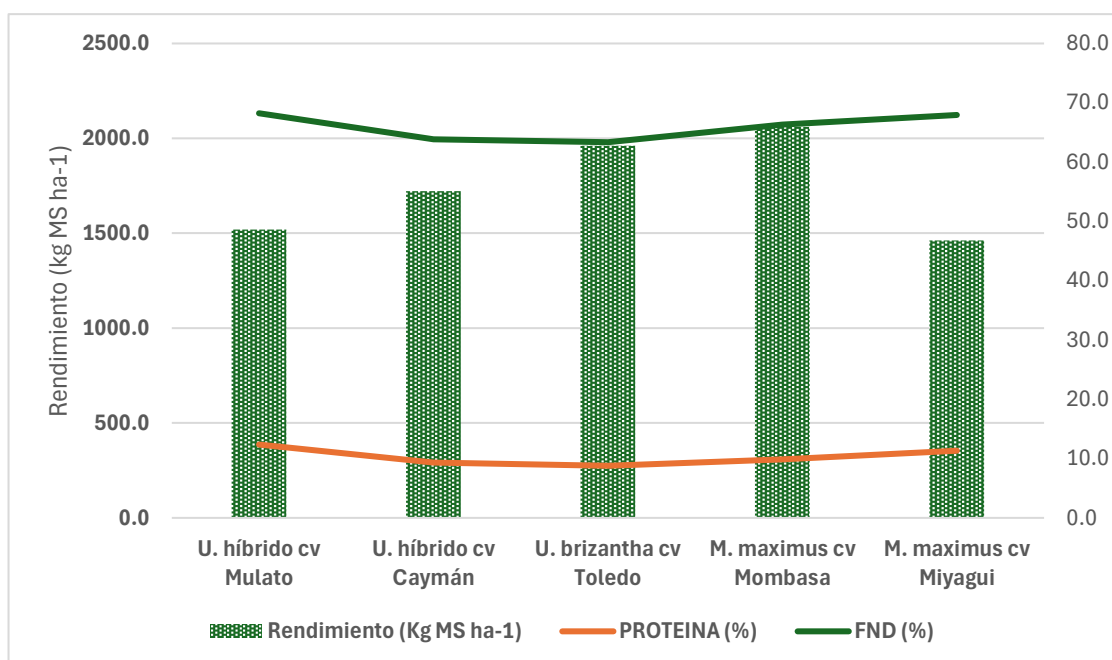


**Figura 5. Cobertura de pasto y altura de plantas de los cinco cultivares comerciales promisorios para suelos con buen drenaje a 28 días de rebrote en la primera etapa de la época lluviosa**

En el caso de la altura de plantas, los cultivares de *Megathyrusus* alcanzaron una altura promedio de 94.8 cm, superando a los tres cultivares de *Urochloa* que tuvieron un promedio de 73.4 cm, esto debido al hábito de crecimiento marcadamente erecto que tienen aquellos cultivares. Esas alturas fueron alcanzadas en rebrotes con 28 días de descanso, y se ubicaron dentro del rango de altura óptima para iniciar pastoreo en los cultivares de *Megathyrusus*, pero estuvieron por encima del rango óptimo establecido para los cultivares de *Urochloa*.

En la figura 6 se muestra el rendimiento de biomasa de pastos y la calidad nutricional de materia seca que tuvieron los cinco cultivares con un período de descanso o rebrote cada 28 días durante los meses del primer período de la época de lluvias (julio-septiembre). Se puede observar que los mayores rendimientos fueron en los cultivares Mombasa y Toledo, los que tuvieron rendimiento similar con un promedio de 2,011 kg MS ha<sup>-1</sup> y los cultivares Mulato y Miyagui fueron los que tuvieron menor rendimiento con un promedio de 1,491 kg MS ha<sup>-1</sup>.

Cabe destacar el mayor contenido de proteína cruda encontrado en la biomasa de pasto del cultivar Mulato (12.4%) seguido por los cultivares Miyagui (11.3%), Mombasa (9.9%) y Caymán (9.3%). No obstante, los primeros tres cultivares antes mencionados presentan un mayor contenido de FND con un promedio de 67.5%, mientras que el cultivar Caymán fue el que tuvo menor contenido de FND (63.4%).

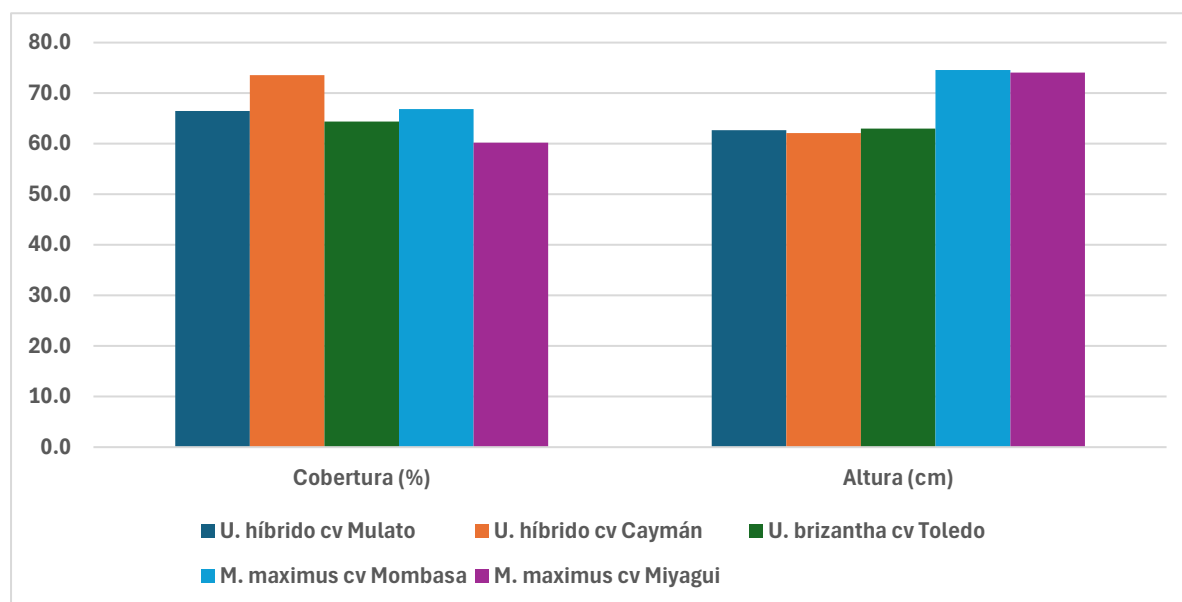


**Figura 6. Rendimiento de biomasa y calidad nutricional de los cinco cultivares comerciales promisorios para suelos con buen drenaje a 28 días de rebrote en la primera etapa de la época lluviosa**

#### 4.4.2 Evaluación de cultivares promisorios para suelos con buen drenaje en la época de Nortes (octubre-noviembre)

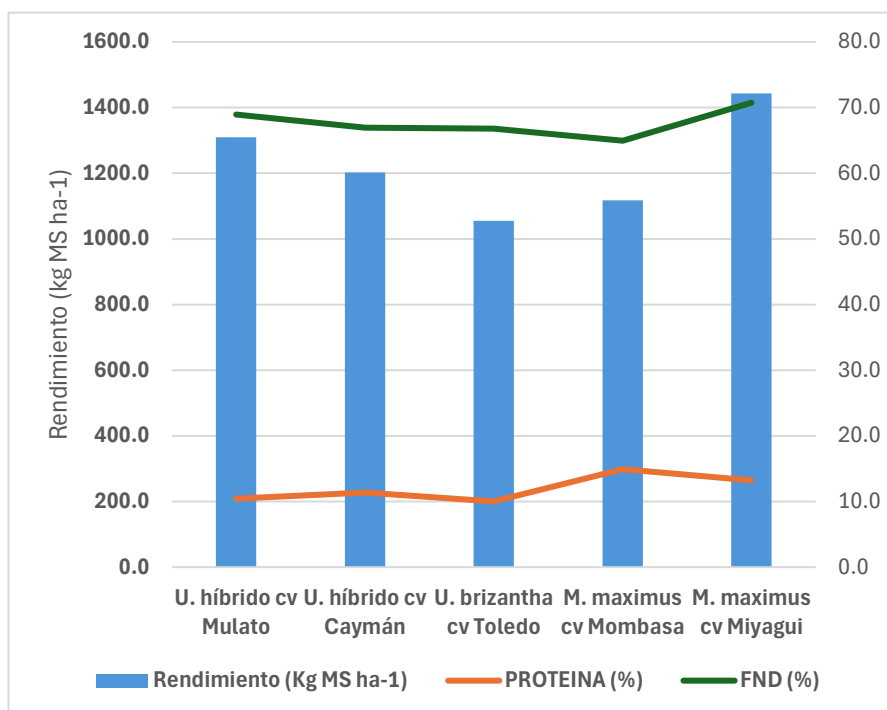
En este período se mantuvo la tendencia observada en el primer período de la época de lluvias a una mayor cobertura de pasto del cultivar Caymán (73.5%) seguido por los cultivares Mulato, Mombasa y Toledo que tuvieron una cobertura similar con un promedio de 65.9%

(Figura 7). En el caso de la altura de plantas, los cultivares de *Megathyrus* tuvieron mayor altura con un promedio de 74.3 cm, aunque el período de recuperación fue insuficiente y no permitió que alcanzaran el rango de altura óptima para pastoreo (entre 80 y 100 cm). Los cultivares de *Urochloa* tuvieron una altura de rebrote similar en esta época con un promedio de 62.6 cm, ligeramente pasado del rango óptimo de altura para pastoreo recomendado para mayoría de cultivares comerciales de este género.



**Figura 7. Cobertura de pasto y altura de plantas los cinco cultivares de pastos promisorios para suelos con buen drenaje a los 28 días de descanso o rebrote en época de Nortes (oct-nov)**

El rendimiento de biomasa de pasto en esta época se redujo en los cinco cultivares, en comparación con el rendimiento que tuvieron en la primera parte de la época de lluvias. El mayor rendimiento se obtuvo en los cultivares Miyagui y Mulato con 1443 y 1309 kg de MS ha<sup>-1</sup> y el menor rendimiento en el cultivar Toledo con 1055 kg MS ha<sup>-1</sup> (Figura 8).

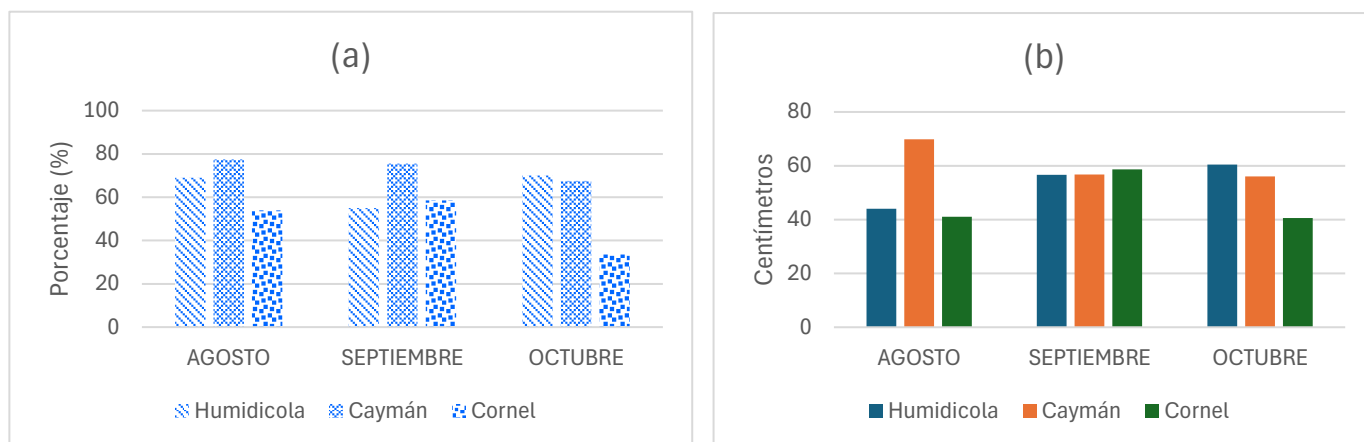


**Figura 8. Rendimiento de biomasa y calidad nutricional de los cinco cultivares comerciales promisorios para suelos con buen drenaje a 28 días de rebrote en época de Nortes**

Por otro lado, la calidad nutricional de los pastos se encontró que mejoró en la época de nortes, en comparación con la calidad encontrada al inicio de la época de lluvias. El contenido de PC en esta época fue mayor de 10% en los cinco cultivares, con un promedio de 12.0%, destacándose los dos cultivares de *Megathyrus* con un promedio de 14 % de PC mientras que los cultivares de *Urochloa* tuvieron un contenido promedio de PC de 10.6%. El contenido de FND de los cinco cultivares se encontró en el rango entre 65% y 70.7%.

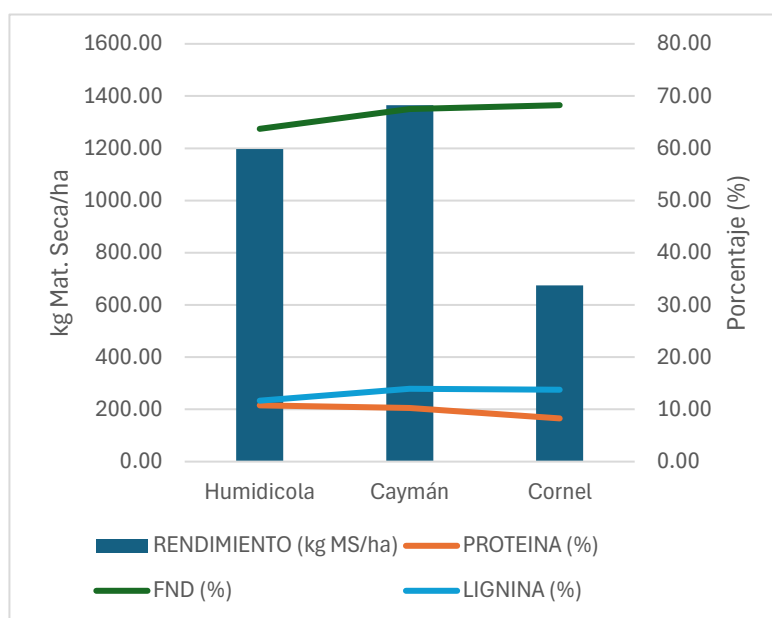
#### 4.4.3 Evaluación de tres cultivares promisorios para suelos con mal drenaje en primer período de la época de lluvias (Julio-septiembre)

En la figura 9 se presenta resultados de las mediciones de cobertura (a) y altura (b) del canopeo de 3 cultivares comerciales de pastos promisorios para suelos con buen drenaje durante las épocas lluviosa (agosto-septiembre) y nortes (octubre) en Izabal en el año 2024. En agosto, al iniciar las evaluaciones, el cv Caymán tendió a presentar mayor cobertura (78%) y altura (69.9 cm) mientras el cv Cornel presentó los menores valores con 54% y 41.0 cm, respectivamente para cobertura y altura, lo cual estuvo asociado con un mejor desempeño del cultivar Caymán durante la fase de establecimiento. En el mes de septiembre los tres cultivares tuvieron similar crecimiento en altura con un promedio de 57.3 cm, pero el cv Humidicola tuvo una reducción en cobertura de 14 unidades porcentuales, en comparación con el mes de agosto, posiblemente debido a una menor precipitación durante ese mes. En el mes de octubre, el cv. Cornel presentó menor altura (40.6 cm) y menor cobertura (34%) que los otros dos cultivares, esto debido a afectación severa por la plaga conocida como mión de los pastos o salivazo (*Aenolamia sp* y *Prosapia sp*).



**Figura 9. Cobertura del canopeo (a) y altura de plantas (b) de tres cultivares de pastos promisorios para suelos con mal drenaje en Izabal, Guatemala, durante el período de agosto a octubre de 2024**

Durante el período lluvioso (agosto-septiembre 2024) el cv Cornel tuvo menor desempeño en rendimiento y calidad nutricional que los otros dos cultivares. Aquel cultivar tuvo un rendimiento de 675 kg MS ha<sup>-1</sup> mientras que los cvs Humidicola y Caymán promediaron un rendimiento 90% mayor (1281 kg MS ha<sup>-1</sup>) que el rendimiento del cv Cornel (Figura 10).



**Figura 10. Rendimiento y contenidos de proteína, FND y lignina de tres cultivares de pastos promisorios para suelos con mal drenaje en Izabal, Guatemala, durante el período de agosto a octubre de 2024**

Respecto a la calidad nutricional, el cv Cornel mostró contenidos bajos de proteína (8.3%) y altos contenidos de FND (68.3%) y lignina (13.8), mientras que los cvs Humidicola y Caymán tuvieron contenido similar de proteína (promedio de 10.5%), aunque Humidicola presentó mejor calidad de la fibra con menores contenidos de FND (63.7%) y lignina (11.7%).

#### 4.5 Otros logros

El ensayo de los cultivares comerciales de pastos en Izabal ha generado importantes oportunidades de colaboración interinstitucional, fortalecimiento de capacidades locales y transferencia de conocimientos. Este trabajo facilitó la firma de una carta de entendimiento entre el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y el Centro Universitario de Izabal (CUNIZAB) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, la única universidad pública del país. Esta alianza formal ha permitido consolidar esfuerzos conjuntos en investigación y desarrollo en el departamento.

La participación de la Asociación de Ganaderos de Izabal ha sido fundamental en el éxito de este ensayo. Los ganaderos han contribuido no solo con su acompañamiento y trabajo, sino también con recursos en forma de contraparte económica, mano de obra y materiales. Este aporte ha fortalecido la implementación del ensayo, reflejando el compromiso de la Asociación con la mejora de los sistemas de producción ganadera en beneficio tanto de los productores como de los estudiantes que se están formando en el sector.

Además, este experimento propició un acercamiento con el Comité Internacional para el Desarrollo de los Pueblos (CISP). A través de esta colaboración, y en conjunto con CUNIZAB, se logró la reimpresión y difusión del manual para el establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles, elaborado por CRS, USDA, PROGRESA y CIAT en Nicaragua. Este material fue utilizado en un taller dirigido a los socios de la Asociación de Ganaderos de Izabal, organizado conjuntamente por CISP y CUNIZAB.

El ensayo también ha servido como una plataforma para la formación de futuros profesionales, es decir con estudiantes de nivel licenciatura del Centro Universitario de Oriente (CUNORI) quienes visitaron el ensayo en CUNIZAB, mostrando cómo este esfuerzo no solo beneficia directamente a los productores, sino también a los estudiantes que serán los futuros líderes y profesionales en el sector agropecuario. Asimismo, dos estudiantes realizaron su Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) vinculados al ensayo, y actualmente dos más desarrollan sus tesis de licenciatura basándose en este trabajo.

Finalmente, el ensayo ha despertado el interés de otras organizaciones, como The Nature Conservancy (TNC), que ven las experiencias obtenidas en Izabal como insumos valiosos para implementar iniciativas similares en otras regiones del país." Extensión con estudiantes, visitas de estudiantes de otro centro universitario.

#### 4.6 Areas de fortalecimiento para futuras colaboraciones CGIAR con el sector ganadero de Guatemala

A través de la experiencia de trabajo desarrollada durante el período 2023-2024 con la iniciativa LCSR y de conversaciones con socios locales de la iniciativa y socios potenciales que expresaron interés en establecer relaciones de colaboración con la Alianza, se logró identificar algunos temas que deberán abordarse en futuras intervenciones de iniciativas CGIAR en el sector ganadero de Guatemala:

- Ganadería sostenible mediante desarrollo y promoción de Sistemas Silvopastoriles (SSP) y sistemas de pastoreo adecuados para adaptación y mitigación ante CC. Este es un tema de interés actual para las organizaciones que trabajan en ganadería, tanto del sector público como del sector privado. Ya existen algunos esfuerzos, pero aún se requiere mayor apoyo para fortalecimiento de capacidades a través de investigación para el desarrollo, mecanismos de incentivos y desarrollo de políticas que estimulen la adopción de sistemas de ganadería sostenible, de bajo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono.

- Gobernanza (organización, redes de interacción/colaboración): Existe una débil gobernanza en el sector ganadero, lo cual limita el acceso a recursos nacionales y externos de cooperación para el desarrollo y poder replicar a mayor escala buenas prácticas ganaderas y experiencias exitosas sobre ganadería sostenible.
- Servicios climáticos, estaciones meteorológicas.
- Finanzas verdes.

## Referencias

Departamento de Estado de los Estados Unidos (DOS), Programa Centroamérica Resiliente (ResCA), The Nature Conservancy. 2019. Vargas, Hugo. Manual de buenas prácticas para una ganadería bovina sostenible en Guatemala. Guatemala. vii+80 pp

Ibáñez, I. 2013. Marco Referencial. Geología. En Tesis de Graduación. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC). Recuperado de:  
<https://tesario.cunizab.edu.gt/uploads/pdf/baf7a5c96724588ff68171edcbb48b8e.pdf>

MAGA, 2024. Lineamientos estratégicos. Una nueva siembra para el agro de Guatemala.  
<https://www.maga.gob.gt/download/Una-nueva-siembra-para-el-agro-de-Guatemala-julio2024.pdf>

## Anexo 1: Perfil protocolo para evaluaciones de cultivares comerciales de pastos en Guatemala

El aumento de productividad y la reducción de impactos ambientales constituyen dos de los principales retos que enfrenta la ganadería en Guatemala, los cuales están estrechamente relacionados con deficiencias en la alimentación del ganado, en cantidad y calidad, y el manejo inadecuado de las áreas dedicadas a la producción de forrajes en sistemas ganaderos.

En el IV Censo Nacional Agropecuario de Guatemala se informó que el hato ganadero era de 1.627 millones de cabezas, las cuales pastoreaban en una superficie de 1.272 millones de manzanas (INE, 2004). Para el año 2014, FAOSTAT estimó un inventario de 3.5 millones de cabezas bovinas y según el Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y uso de la Tierra (Gobierno de Guatemala, 2014), los pastizales ocupaban un área de 1.651 millones de hectáreas [2.351 millones de manzanas] (DOS, 2019).

La expansión del área con pastizales ha ocurrido principalmente en los departamentos de Petén e Izabal, así como en la parte norte de los departamentos de Alta Verapaz y Quiché. Para ello, se han utilizado pastos mejorados o cultivados (principalmente de los géneros *Brachiaria* [*Urochloa*] y *Panicum* [*Megathyrsus*]) (DOS, 2019).

El uso de cultivares forrajeros comerciales de *Urochloa spp.* y *Megathyrsus spp.* en diferentes países de América Latina es una práctica ampliamente difundida y con buena adopción, gracias a su capacidad para aumentar la productividad de carne y leche, altos rendimientos de biomasa forrajera de buena calidad nutricional, adaptación a sequía y suelos de baja fertilidad, y alta capacidad de secuestro de carbono en suelo y provisión de otros servicios ecosistémicos.

En Guatemala, la importación y comercialización de nuevos cultivares comerciales de pastos de *Urochloa spp.* y *Megathyrsus spp.* es una actividad en crecimiento; sin embargo, actualmente existen pocos estudios de evaluación de la adaptación de especies forrajeras a las diferentes condiciones de clima, suelo, pendiente y manejo prevalentes en las principales zonas ganaderas del país, así como su caracterización productiva y nutricional (DOS, 2019). Por otro lado, a pesar de los esfuerzos que realizan los productores en Centroamérica por establecer potreros con esos nuevos cultivares comerciales de pastos, ha sido ampliamente reconocido el problema de degradación de esas áreas en un corto a mediano plazo debido al manejo inadecuado de los potreros y del pastoreo aunado a los riesgos de sequía o inundaciones frecuentes asociados con el fenómeno del cambio climático.

### **Objetivo:**

Disponer de información para ganaderos de Izabal acerca de rendimiento de biomasa de pasto y calidad nutricional en tres épocas climática (Lluvia, Nortes y Seca) de siete cultivares comerciales de pastos con prácticas adecuadas de manejo de pastoreo.

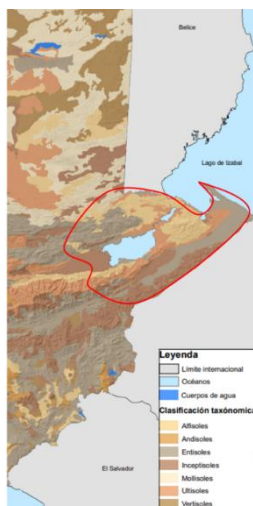
Evaluar con productores características/atributos favorables y desfavorables de siete cultivares comerciales de pastos bajo condiciones de clima y suelo en Puerto Barrios, Izabal.

## Metodología

### Localidades:

El experimento se establecerá en áreas de finca experimental del Centro Universitario de Izabal (CUNIZAB) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el cual se encuentra en la región Planicies del Norte.

Las elevaciones de esta región van de los 0 a 300 metros sobre el nivel del mar. Es una zona lluviosa durante el año y las temperaturas del lugar oscilan entre los 20 a 30° C. (Aroche, 2021).



### Tratamientos:

Considerando las condiciones de suelo predominantes en fincas ganaderas de Izabal, se evaluarán 8 cultivares comerciales de pastos distribuidos en dos experimentos. En uno de los experimentos se evaluarán 3 cultivares para condiciones de suelos con mal drenaje: *Urochloa humidicola* cv Humidicola, *U. híbrido* Caymán y *U. arrecta* Cornel.

En el segundo experimento se evaluarán 5 cultivares para condiciones de drenaje bueno a regular: *U. híbrido* Mulato, *U. híbrido* Caymán, *U. brizantha* cv Toledo, *Megathyrsus maximus* cv Mombasa, *M. maximus* cv Miyagi.

### Diseño experimental:

Para cada experimento se utilizará un diseño de medidas repetidas, en un plazo de un año, con dos parcelas experimentales para cada tratamiento o cultivar.

### Área requerida:

Por cada cultivar se establecerán dos parcelas o potreros de 1250 m<sup>2</sup>, para un total de 2500 m<sup>2</sup> por cultivar. De manera que, para el experimento sobre cultivares promisorios para suelos con mal drenaje se tendrá un área experimental de 7500 m<sup>2</sup> (1.1 mz. aproximadamente) y el otro experimento con 5 cultivares se establecerá en un área de 12,500 m<sup>2</sup> (1.8 mz aproximadamente), para un total de 20,000 m<sup>2</sup> (2.9 mz).

### Siembra de potreros y manejo del pastoreo:

- Preparación del terreno deberá realizarse 2 a 3 semanas antes de la siembra, según método de preparación de suelo que comúnmente se usa en la zona. Para labranza mínima, se recomienda realizar inicialmente un pastoreo o chapia y esperar 10 a 15 días para aplicación de glifosato sobre rebrotes tiernos de la vegetación original, y

luego esperar el efecto del herbicida para la siembra a los 8-12 días después de su aplicación. En caso de labranza mecanizada, con tractor o tracción animal, se realizarán los pases de implementos disponibles (arada, grada) según el grado de compactación del suelo.

- Siembra: En caso de preparación de suelo con labranza mecanizada se recomienda dejar un espaciamiento de 50 cm entre surcos y siembra de semilla a chorrío; para siembra al espeque, las distancias de siembra serán de 30-35 centímetros entre surcos y entre plantas. Las dosis de siembra serán: 10 kg/ha para semillas desnudas y escarificadas de *Urochloa spp*, 12 kg/ha para semillas incrustadas de híbridos de *Urochloa spp* y 6 kg/ha de semilla de *Megathyrsus spp*.
- Fertilización: A los 30 días después de la siembra se hará una aplicación de fertilizante fórmula completa, una vez que se haya verificado que la semilla tuvo buena germinación, y luego, a los 50 días después de la siembra se aplicará fertilizante nitrogenado. Las cantidades por utilizar se definirán con base en resultados de análisis de suelo.
- Resiembra: A los 25-30 días se realizará muestreo de germinación de la semilla para valorar la densidad de plántulas y determinar si es necesario o no realizar resiembra. En caso de fallas en la germinación de semilla o afectaciones por plagas o factores climáticos, se contará con pequeños bancos de germinación establecidos antes de la siembra para realizar la resiembra mediante trasplante de plántulas, o con reserva de semilla para siembra directa
- Control de plagas: Se realizarán visitas de seguimiento al establecimiento de los pastos cada 10 días para determinar oportunamente la realización de prácticas de control de plagas y de plantas indeseables.
- Primer pastoreo: Deberá esperarse 2 a 3 meses después de la siembra para que los pastos logren un buen desarrollo y alcancen la altura ideal para realizar un primer pastoreo ligero, con baja carga animal, solo para realizar un despunte de las plantas y estimular la reproducción de nuevos tallos o macollos.
- Manejo de pastoreo: Se medirá la oferta de biomasa forrajera disponible antes del pastoreo, al menos una vez por cada época climática (Primera, postrera, nortes y época seca) y con base en esta información, una asignación fija de forraje (entre 10 y 15%) y peso promedio de animales disponibles para pastoreo, se determinará la cantidad promedio de animales a introducir en cada potrero. El período de descanso será el tiempo que requiere cada potrero hasta alcanzar la altura ideal para permitir nuevamente la entrada de animales a pastorear.

#### **Variables a medir:**

- Ubicación geográfica de los experimentos: Al momento de seleccionar la finca y el área experimental se tomarán datos de coordenadas geográficas y altitud de cada sitio experimental.
- Características de suelo: 1 mes previo al establecimiento de pastos se tomará muestras de suelo a profundidades de 0-20 cm y 20-40 cm en el área de cada experimento.
- Datos climáticos: Mensualmente se coleccionarán datos climáticos (precipitación diaria,  $T_o$  media diaria, mínima y máxima, humedad relativa, entre otros) de la estación climática más cercana a la finca experimental del CUNIZAB, o debe considerarse la

necesidad de instalar equipos para medir esas variables. También, se debe considerar la capacidad de instalación de sensores de humedad del suelo.

- Fenología del cultivo: Registrar fechas de siembra y de momentos claves de cambios en la fenología de los pastos: siembra, emergencia, establecimiento, primer pastoreo, inicio de floración, máxima floración/floración total
- Población de plantas durante el establecimiento: Conteo de número de plantas dentro de un marco de 1m x 1m a los 30 días después de la siembra y luego se medirá cada 4 semanas el número de tallos en un macro de 0.5 m x 0.5 m, en 5 puntos de muestreo al azar en cada potrero.
- Altura de plantas: Medir la altura de 4 plantas dentro del marco de 1 x 1 m en los mismos puntos de muestreo descritos para medir la población de plantas durante la fase de establecimiento. Esto se hará a intervalos de 4 semanas, en la fase de establecimiento, y 1 día antes de la entrada de animales al pastoreo, en la fase de producción
- Cobertura de pasto: Estimar la cobertura del dosel de las plantas de pastos dentro del marco de 1 x 1 m en los mismos puntos de muestreo indicados en las variables anteriores. Esto se hará a intervalos de 4 semanas, en la fase de establecimiento, y un día antes de la entrada de animales al pastoreo, en la fase de producción.
- Rendimiento de materia seca total (ver mayores detalles anexo 1): Corte manual y pesaje del forraje disponible un día antes del pastoreo en marcos de 1 x 1 m para cada cultivar (5 marcos por potrero) en cada una de las épocas climáticas del año: Primera (mayo-Julio), Postrera (agosto-septiembre), Nortes (octubre-diciembre) y primera mitad de la época seca.
- Relación hoja: tallo: En cada muestra obtenida para determinar rendimiento de biomasa se extraerá una sub muestra de 500 g aproximadamente y esta se separará en componentes hojas, tallos y material muerto, se pesará el material fresco de cada componente y se enviará a laboratorio para determinar contenido de materia seca. Para obtener la relación hoja:tallo se dividirá el peso seco de la muestra de hojas entre el peso seco de la muestra de tallos.
- Análisis calidad nutricional: Se realizará análisis de calidad de la materia seca para cada cultivar de forraje evaluado, por cada una de las épocas climáticas del año. Principalmente, se harán determinaciones de contenidos de Proteína Cruda (CP), Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Ácida (ADF), Lignina Detergente Ácida (ADL), Energía Metabolizable (ME), Cenizas, Calcio (Ca), Fósforo (P), Potasio (K) y otros. Para este propósito, se utilizará el forraje cosechado un día antes de la entrada a pastoreo de los animales.
- Carbono en el suelo: Determinación de carbono orgánico almacenado en suelo y evaluación de otras propiedades físicas y biológicas de suelo, antes de la siembra y al final del segundo año después de la siembra, en los potreros de los distintos cultivares evaluados.
- Colecta de datos de costos de producción durante el establecimiento y mantenimiento de áreas en fase de producción: Cantidad utilizada y precios para mano de obra, insumos y servicios.
- Evaluaciones participativas con productores: Invitar 10-15 productores en momentos claves para mostrar avances en el establecimiento y que ellos realicen una evaluación cualitativa de los cultivares de pastos. Se propone realizar estas evaluaciones: A los 2-3 meses después de la siembra (cuando se considere que los pastos están bien

establecidos y listos para primer pastoreo), y al menos en tres épocas climáticas del año durante la fase de producción (época seca, primera y postrera)

### Literatura citada

1. Instituto Nacional de Estadística República de Guatemala. 2005. IV Censo Nacional Agropecuario, Tomo IV. Número de fincas censales, existencia animal, producción pecuaria y características complementarias de la finca censal y del productor agropecuario. Enero 2005, Guatemala.
2. Departamento de Estado de los Estados Unidos (DOS), Programa Centroamérica Resiliente (ResCA), The Nature Conservancy. 2019. Vargas, Hugo. Manual de buenas prácticas para una ganadería bovina sostenible en Guatemala. Guatemala. vii+80 pp
3. Aroche, Karin. 2021. Las zonas climáticas de Guatemala. <https://aprende.guatemala.com/historia/geografia/zonas-climaticas-de-guatemala/>

### Metodología para mediciones de crecimiento de pastos, acumulación de biomasa y composición química

1. **Antes de realizar el muestreo para medir disponibilidad de biomasa antes del pastoreo**
  - Deberá monitorearse cada 7 días el crecimiento del rebrote mediante la medición de la altura promedio del canopeo\*\* de pastos, para determinar momento óptimo de entrada al pastoreo (55-60 cm para cultivares de *Urochloa sp* (Toledo, Mulato y Caymán) y 80-100 cm para cultivares de *Megathyrsus sp* (Mombasa y Supermombasa o Miyagi)

**\*\*Canopeo del tapiz vegetal** es comúnmente usado para referirse a la parte de la planta por sobre el nivel del suelo que absorbe y/o intercepta luz

- En cada muestreo se debe recorrer el potrero en zigzag para hacer un muestreo representativo de toda el área y realizar las mediciones en 5 puntos de muestreo al azar en el trayecto del recorrido
  - En cada punto de muestreo se colocará un marco de PVC de 1m<sup>2</sup> ( 1m x 1 m) y se medirá la altura media del canopeo en 5 plantas o puntos dentro y alrededor del marco.
2. **Mediciones un día antes del pastoreo**
    - Igual que el muestreo semanal para determinar momento óptimo de pastoreo, se debe hacer un recorrido en zigzag, y sobre el trayecto realizar aleatoriamente cinco muestras.
    - En cada punto de muestreo se deben realizar las siguientes mediciones y colecta de muestras:
      - Altura promedio de plantas o del canopeo de pastos (m): Medir la altura desde la superficie del suelo hasta la punta o doblez de la última hoja con una regla de 1 m graduada cada 5 cm. Se realizarán cinco mediciones dentro y alrededor del marco de muestreo de 1 m<sup>2</sup>

- Cobertura del suelo por el canopeo de pastos, malezas y suelo sin cobertura vegetal (Porcentajes): Estimar visualmente la fracción o proporción del área de suelo dentro de 1 m<sup>2</sup> cubierta por cada uno de los componentes (canopeo pastos, malezas y suelo descubierto)
- Disponibilidad de biomasa fresca de pastos (kg biomasa fresca/m<sup>2</sup>): Cortar a 5 cm de la superficie del suelo toda la biomasa de pastos presente dentro del marco, procurando eliminar toda contaminación de material vegetativo de malezas, raíces, tierra y material muerto residual de pastoreos anteriores.
- Relación hoja: tallo: Tomar una submuestra de 300 g de tallos de pastos (completos con sus hojas verdes y hojas senescentes e inflorescencia si tiene) en 3 de los 5 puntos de muestreo. Luego, separar cada submuestra por cada uno de los componentes: hojas verdes, tallos y material muerto o senescente (amarillento), y después se pesa la biomasa de cada componente y se guarda en una bolsa Kraft bien identificada [No Parcela (11...25), Tratamiento (1-5), No de submuestra (1-3), componente (Hoja, Tallo, material muerto), peso fresco de la biomasa (en gramos) y fecha de muestreo]. Luego llevar la muestra al laboratorio para secar en horno y determinar contenido de materia seca
- Contenido de materia seca (%); Proteína Cruda, PC, (%); Fibra Neutro Detergente, FND, (%) y Lignina (%): Tomar una submuestra compuesta de 500 g aproximadamente de toda la biomasa de pastos cosechada dentro de los cinco puntos de muestreo de 1 m<sup>2</sup>, pesarla y guardarla dentro de una bolsa Kraft bien identificada [Parcela (11...25), Tratamiento (1-5), Peso fresco de biomasa (en gramos) y fecha de colecta de la muestra]. Llevar la muestra lo más pronto posible a laboratorio para meter a secar en horno de aire forzado a 65 °C por 48 horas y después molerla para realizar los respectivos análisis químicos.

### 3. Mediciones un día después del pastoreo

- Recorrer en zigzag el potrero y seleccionar al azar 4 puntos de muestreo sobre el trayecto del recorrido. En cada punto se utilizará un marco de 1 m<sup>2</sup> para medir:
  - Altura del forraje residual (m): Medir con una regla graduada en cinco puntos dentro y alrededor del marco
  - Biomasa disponible después del pastoreo (kg biomasa fresca/m<sup>2</sup>): Cortar a 5 cm de la superficie del suelo toda la biomasa de pasto residual presente dentro del marco, procurando eliminar toda contaminación de material vegetativo de malezas, raíces, tierra y material muerto residual de pastoreos anteriores, y pesar después de haber limpiado la muestra
  - Luego, tomar una submuestra de 350-500 g, guardarla en bolsa Kraft bien rotulada y llevarla a laboratorio para secarla y determinar contenido de materia seca.

ACTIVIDAD	RESPONSABLE/ APOYA	AGOSTO			SEPTIEMBRE			OCTUBRE			NOVIEMBRE			2024			
		1-10	11-20	21-31	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	1-10	11-20	21-30	ENE-MAR	ABR-JUN	JUL-SEP	OCT-DIC
Preparación de terreno	AGI/CIAT	X	X														
Adquisición de semilla	CIAT/AGI		X														
Muestreo de suelo y envío a laboratorio	CIAT/AGI			X													
Delimitación de parcelas	CIAT/AGI			X													
Siembra	CIAT/AGI			X													
Cercado de potreros	AGI/CIAT				X	X											
Evaluación de germinación de semillas en campo y crecimiento inicial de plántulas	CIAT/AGI						X										
Fertilización fórmula completa	CIAT/AGI						X										
Fertilización nitrogenada	CIAT/AGI								X								
Monitoreo incidencia de plagas	AGI/CIAT				X	X	X	X	X	X	X						
Primer pastoreo	AGI/CIAT												X				
Colecta información ubicación geográfica de los experimentos	AGI/CIAT	X															
Mediciones de densidad de plantas, altura y cobertura de pastos durante el establecimiento	CIAT/AGI						X			X			X				
Mediciones rendimiento de biomasa de pastos, cobertura y altura de pastos en fase de producción	CIAT/AGI													X		X	X
Colecta de muestras para análisis de calidad nutricional y envío a laboratorio	CIAT/AGI													X		X	X
Determinación de carbono orgánico en suelo	CIAT/AGI			X													X
Evaluación participativa de cultivares de pastos con productores	CIAT/AGI											X		X		X	

The **CGIAR Research Initiative on Livestock and Climate** is designed to address the challenges that climate change poses to livestock production, providing livestock-keeping communities with the support they need without accelerating greenhouse gas emissions or degrading land, water, and biodiversity.

It forms part of CGIAR's new Research Portfolio, delivering science and innovation to transform food, land, and water systems in a climate crisis.

*This report was produced as part of the CGIAR initiative on Livestock and Climate which is supported by contributors to the [CGIAR Trust Fund](https://www.cgiar.org/funders). [cgiar.org/funders](https://www.cgiar.org/funders)*



This document is licensed for use under the Creative Commons Attribution 4.0 International Licence. 12, 2023

