

Sistemas innovadores de siembra de *Urochloa humidicola* mediante estolones

Capítulo 1

Un caso exitoso en la altillanura colombiana

Mike Bastidas, Luciano Ospina, Idupulapati M. Rao, Alejandro Montoya, Daniel M. Villegas,
Aura María Bravo, Mauricio Sotelo, Jose Luis Urrea, Gabriel Jaramillo, Juan Andrés Cardoso,
Juan Diego Paez, David Jaramillo, André Aguiar y Jacobo Arango



INITIATIVE ON
Livestock and Climate



La Alianza de Bioersity International y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) brinda soluciones científicas que abordan las crisis mundiales de malnutrición, cambio climático, pérdida de la biodiversidad y degradación ambiental.

La Alianza se enfoca en el nexo entre agricultura, nutrición y medio ambiente. Trabajamos con socios locales, nacionales y multinacionales en África, Asia y América Latina y el Caribe, y con los sectores público y privado y la sociedad civil. Con colaboraciones novedosas, la Alianza genera evidencia e integra innovaciones para transformar los sistemas alimentarios y los paisajes a fin de sostener el planeta, impulsar la prosperidad y nutrir a las personas en medio de una crisis climática.

La Alianza es parte de CGIAR, un consorcio mundial de investigación para un futuro sin hambre, dedicado a transformar los sistemas alimentarios, terrestres y acuáticos en medio de una crisis climática.

<https://alliancebioersityciat.org>

www.cgiar.org



Nota: La información técnica contenida en esta cartilla referente a la siembra de pasturas, debe utilizarse única y exclusivamente en zonas aptas para la ganadería, dentro de la frontera agrícola y nunca afectar zonas de selva, bosques ni humedales.

Sistemas innovadores de siembra de *Urochloa humidicola* mediante estolones

Capítulo 1

Un caso exitoso en la altillanura colombiana

Mike Bastidas, Luciano Ospina, Idupulapati M. Rao, Alejandro Montoya, Daniel M. Villegas,
Aura María Bravo, Mauricio Sotelo, José Luis Urrea, Gabriel Jaramillo, Juan Andrés Cardoso,
Juan Diego Paez, David Jaramillo, André Aguiar y Jacobo Arango



INITIATIVE ON
Livestock and Climate



Alianza de Bioersity Internacional y el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
Sede Regional para las Américas
Km 17 Recta Cali-Palmira. C.P. 763537
A.A. 6713, Cali, Colombia
Teléfono: +57 602 4450000
Correo electrónico: m.bastidas@cgiar.org
Sitio web: <https://alliancebioersityciat.org/es>

ISBN 978-958-694-243-0

Cita correcta

Bastidas M; Ospina L; Rao IM; Montoya A; Villegas DM; Sotelo M; Bravo AM; Urrea-Benítez JL; Jaramillo G; Cardoso JA; Páez JD; Jaramillo D; Aguilar A; Arango J. 2023. Sistemas innovadores de siembra de *Urochloa humidicola* mediante estolones - un caso exitoso en la altillanura colombiana. Publicación CIAT No. 545. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 24 p.

Acerca de los autores

Mike Bastidas, Asociado de Investigación, Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT

Luciano Ospina, Director Agrícola, Hacienda San José

Idupulapati M. Rao, Científico Emérito, Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT

Alejandro Montoya, Asociado de Investigación, Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT

Daniel M. Villegas, Asociado de Investigación, Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT

Mauricio Sotelo, Asociado de Investigación, Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT

Aura María Bravo, Asociada de Investigación, Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT

José Luis Urrea, Especialista en Comunicaciones, Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT

Gabriel Jaramillo, Propietario, Hacienda San José

Juan Andrés Cardoso, Eco-fisiólogo de plantas, Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT

Juan Diego Páez, Gerente de Operaciones, Hacienda San José

David Jaramillo, Gerente General, Hacienda San José

André Aguilar, Socio Director, Boviplan

Jacobo Arango, Científico Senior, Alianza de Bioersity Internacional y el CIAT

Créditos fotográficos: a menos que se indique lo contrario, las fotografías utilizadas en esta publicación se acreditan a la Hacienda San José

Este trabajo está protegido bajo una licencia Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License (CC-BY)

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>

Derechos de autor © CIAT 2023. Algunos derechos reservados.

Febrero 2023



Contenido

1. Introducción.....	4
2. Condiciones climáticas del municipio La Primavera, Vichada	7
3. Siembra de <i>U. humidicola</i> mediante estolones.....	7
3.1. Paso 1: Preparación del suelo.....	8
3.2. Paso 2: Corte de estolón en semilleros	9
3.3. Paso 3: Recolección rápida de los estolones	12
3.4. Paso 4: Esparcir el estolón en el lugar de siembra.....	12
3.5. Paso 5: Incorporar el material de siembra al suelo.....	14
4. Renovación de praderas	14
5. Problemas para el establecimiento	15
6. Manejo de <i>U. humidicola</i> hasta el óptimo establecimiento	16
7. Impactos ambientales	17
8. Conclusiones	21
9. Referencias	22



1. Introducción

Con aproximadamente 25 millones de hectáreas, la Orinoquía representa cerca de la cuarta parte del territorio colombiano. La economía de esta región se ha basado principalmente en la ganadería extensiva, una de las pocas actividades agropecuarias que pueden adaptarse a las condiciones de clima y suelo de este territorio. En particular, el departamento de Vichada tiene un área total de 10,6 millones de hectáreas, de las cuales el 43,1% se destinan a la producción pecuaria (4,35 millones de hectáreas se encuentran con vegetación de sabana, 237.901 de hectáreas en pastos y forrajes, y 39.967 hectáreas en malezas y rastrojos); además, tiene un área total de 560.836 hectáreas en bosque que necesita ser conservada (DANE, 2019). La producción de forraje para la alimentación del ganado en vegetación de sabana es baja. Según el censo bovino del ICA (2022), en este departamento hay 253.350 cabezas de ganado y se estima que cada

animal requiere de 18 hectáreas para garantizar su sostenimiento. En esta línea, intensificar la productividad de la ganadería en la región es un desafío de gran relevancia, al mismo tiempo que permite generar mayores ingresos a los productores, dinamiza la economía, mejora las condiciones de los suelos y reduce los efectos negativos de la actividad pecuaria en el medio ambiente (Arango et al., 2020).

Tres grandes zonas fisiográficas se destacan en la Orinoquía: el piedemonte, la altillanura y las sabanas disectadas e inundables. Por su magnitud la altillanura es la zona más importante, se caracteriza por tener una topografía plana (altillanura plana), con condiciones ideales para la mecanización, los suelos son bien estructurados, con alta porosidad lo que les permite evacuar el exceso de humedad con facilidad, con poca capacidad de intercambio catiónico y con una saturación por aluminio que puede



superar el 70%. A su vez, el paisaje de la altillanura en el Vichada contrasta con la topografía ondulada de la altillanura disectada, la cual presenta colinas redondeadas y partes bajas húmedas por donde se evacuan los excesos de agua que deja la temporada de lluvias (Rippstein et al., 2001).

En la altillanura plana del Vichada, en el municipio La Primavera, se encuentra la Hacienda San Jose, empresa ganadera dedicada a la cría de bovinos Nelore de ciclo corto. Se caracteriza por una precipitación de 2.278 mm al año, suelos ácidos con un pH entre 3,5 y 4,5, con poca capacidad de intercambio catiónico y saturaciones de aluminio que llegan hasta el 95%. A pesar de las limitantes edafoclimáticas, su vegetación de sabana le otorga un gran potencial para la mitigación del cambio climático, la actividad ganadera no deriva de la deforestación, y los estudios indican que pueden contener

grandes reservas de carbono (Costa et al., 2022). En la presente cartilla, se muestran tecnologías que tienen potencial de mejorar las condiciones productivas y ambientales de la zona, y que se pueden replicar en otras fincas y ambientes con beneficios aún mayores, si las condiciones agronómicas son favorables.

La implementación de *Urochloa humidicola* cv. Tully (Pasto *Humidicola*) CIAT 679 se ha convertido en una opción estratégica entre los ganaderos de la región, pues ofrece una mayor productividad al adaptarse a los suelos ácidos de baja fertilidad, en donde el fósforo disponible es escaso y el aluminio es potencialmente tóxico (Rincon, 2006). Algunas habilidades que facilitan dicha adaptación son (Rao 2021): tolerancia a períodos cortos de encharcamiento, crecimiento radicular a expensas del desarrollo de la parte aérea, absorción de

diferentes formas de nitrógeno (N) (nitrato y amonio), a través de asociaciones con leguminosas (es necesario ampliar la investigación en opciones de leguminosas cuyo ciclo de recuperación sea similar al ciclo de recuperación de *U. humidicola*) (Villegas et al., 2020), facilidad en absorber fósforo por sus sistemas radiculares extensos asociados a micorrizas, y adquirir calcio mediante raíces ampliamente ramificadas (Orozco et al., 2014). Esto le permite prosperar en donde otros cultivos no serían una opción. Estas cualidades pueden atribuirse a la rusticidad adquirida en su lugar de origen, África oriental y sudoriental, donde predominan las condiciones extremas y principalmente las altas precipitaciones.

La especie *U. humidicola* por su forma de crecimiento con capacidad de enraizar en los nudos de los estolones, tiene la facultad de cubrir densamente los espacios vacíos en el suelo, esa agresividad intrínseca de la especie encuentra aplicación en la supresión de la erosión y el control de malezas. Adicionalmente, un manejo adecuado de esta pastura disminuye la necesidad de realizar renovaciones de praderas que implican mayores costos para el productor. Su velocidad de rebrote, tolerancia a la sequía y a períodos cortos de encharcamiento, resistencia a plagas y enfermedades, así como adaptación a diferentes tipos de suelos le confieren una alta capacidad de profundizar raíces en el suelo y con su descomposición el almacenamiento de carbono en el suelo.

2. Condiciones climáticas del municipio La Primavera, Vichada

En la zona de influencia de la HSJ se presentan cuatro períodos climáticos bien diferenciados: época seca, transición de época seca a lluvias, época de lluvias, transición de época de lluvias a seca (Figura 1). Las labores de siembra y manejo de *U. humidicola* dependen del período en el que se encuentre.

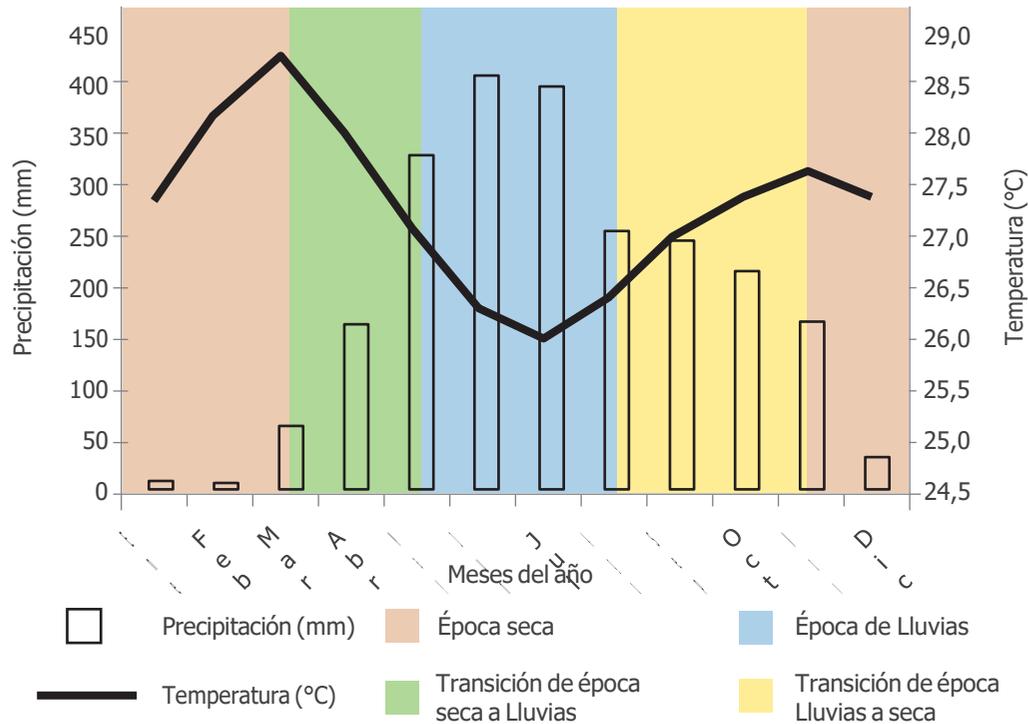


Figura 1. Períodos climáticos presentes en el municipio La Primavera, Vichada. Datos históricos tomados de IDEAM (2021).

3. Siembra de *U. humidicola* mediante estolones

Para lograr el objetivo de mejorar las praderas mediante la siembra de estolones (toda la biomasa aérea compuesta por tallos, hojas y nudos), se han identificado cinco pasos importantes (Figura 2):

Paso 1: Preparación del suelo.

Paso 2: Corte del estolón en semilleros.

Paso 3: Recolección rápida de los estolones.

Paso 4: Esparcir el estolón en el lugar de siembra.

Paso 5: Incorporar el material de siembra al suelo.



Escanea el código QR para ver el video sobre el proceso de siembra en HJS.

Figura 2. Pasos importantes para la siembra de *U. humidicola* en la Hacienda San José, por estolón y sin enmienda. Fuente: HSJ, 2021.



A continuación, se detallan las consideraciones técnicas que se deben tener en cuenta para el desarrollo de cada uno de estos pasos.

3.1. Paso 1: Preparación del suelo

El período de establecimiento de *U. humidicola* en la región se inicia cuando finaliza la transición entre la temporada de lluvias y la temporada seca, es decir, entre octubre-noviembre. La preparación del suelo se hace con dos pases de rastra liviana a una profundidad entre 15 y 20 cm, para incorporar la sabana o cobertura que se quiere cambiar. Gracias al déficit hídrico de la época seca, el material se seca y se descompone en el suelo; y al momento de la siembra las condiciones son ideales y la presencia de vegetación no deseada que compita con la pastura es mínima (Figura 3).

En las condiciones edafoclimáticas de la HSJ, se ha alcanzado un establecimiento adecuado de *U. humidicola* sin incurrir en la aplicación de correctivos al suelo. Esto ha permitido disminuir en gran medida sus costos productivos, ampliar su área sembrada y aumentar su margen de utilidad.



Figura 3.
Preparación mecánica del suelo mediante dos pases de rastra para el establecimiento de *U. humidicola*.

3.2. Paso 2: Corte de estolón en semilleros

3.2.1. Material de siembra

U. humidicola puede propagarse mediante el uso de semilla comercial o mediante estolones. Durante el establecimiento de una pradera con este material, se incurrirá en gastos asociados a la adquisición del material de propagación. Por un lado, el uso de semilla comercial resulta tres veces más costoso frente al uso de estolones (explicado por el valor del kilogramo de la semilla), tarda un año en el establecimiento; si en la zona no hay disponibilidad de material vegetativo para sembrar, será necesario implementar un área inicial bajo esta metodología (como un semillero) para la cual se sugiere el uso de 6 kg de semilla por hectárea. El uso de estolones es más económico y requiere de seis meses para su establecimiento (Tabla 1).

3.2.2. Manejo y corte de estolón en semilleros

Para iniciar con el adecuado manejo de semilleros (potreros), se debe evitar el pastoreo durante dos meses antes de la época seca, para así permitirle a la pastura alcanzar entre 20 y 30 cm de altura. Solo cuando la calidad y oferta de estolones en el semillero no son idóneas, teniendo en cuenta prácticas realizadas en la HSJ, se recomienda la aplicación de fertilizante nitrogenado a las praderas con 150 kg de urea por hectárea (69 kg de N por hectárea) — en condiciones adecuadas de humedad del suelo, sin encharcamiento.

Tabla 1. Costos (pesos colombianos) asociados a la siembra por estolones y por semilla comercial para el año 2022.

Ítem	Siembra por estolón			Siembra por semilla comercial		
	Cantidad	Valor unitario	Total	Cantidad	Valor unitario	Total
Pases de rastra	2	135.000	270.000	2	135.000	270.000
Corte de estolones (1 hectárea)	1	8.000*	8.000	-	-	-
Recoger y esparcir el material	1	50.000	50.000	-	-	-
Pase de rastra para tapar semilla	1	135.000	135.000	1	135.000	135.000
Jornales	1	70.000	70.000	1	70.000	70.000
Costo de estolones para la siembra de 1 hectárea	1	20.000	20.000	-	-	-
Costo de semilla comercial para 1 hectárea (kg)	-	-	-	6	220.000	1.320.000
Total		553.000			1.795.000	

*Este valor proviene de la división entre 135.000 (Valor de corte de estolones para 1 hectárea) entre 17 (número de hectáreas que se pueden sembrar con la biomasa cortada).

Posteriormente, el corte de los estolones se puede realizar uno o dos meses después del inicio del período de transición de época seca a lluvias, cuando los semilleros ya se han recuperado de la época seca (entre abril y mayo).

Es importante que los estolones que se van a sembrar sean sanos, frescos y vigorosos, ya que las plagas y enfermedades causan pérdida de la calidad del estolón. Una biomasa saludable influye significativamente en la propagación de la pastura en el suelo, mientras que la biomasa poco vigorosa puede ocasionar el fracaso en el cumplimiento del objetivo de siembra (Figura 4).

Los semilleros con plantas de más de 30 cm tendrán mayor cantidad de nudos (al menos cuatro) capaces de generar nuevas plántulas, cuanto mayor sea la altura de las plantas en el semillero, mejor será el establecimiento). La biomasa aérea resultante cortada de una hectárea de *U. humidicola*, puede alcanzar para sembrar hasta 17 nuevas hectáreas (varía según la calidad del estolón). En la Figura 5 se aprecian las diferencias entre plantas de condiciones ideales para el corte y siembra, y plantas que por su estado general (vigor, salud, altura y cantidad de nudos) no son adecuadas para la propagación.



Figura 4.
Semillero de *U. humidicola* homogéneo y listo para corte.



Figura 5.
Estolones para la siembra de *U. humidicola*, A: plantas ideales (izquierda) vs. plantas poco adecuadas (derecha) para la siembra. B: Estolones con al menos cuatro nudos (izquierda) vs estolones cortos con menos de cuatro nudos (derecha).

Cuando el suelo se encuentra húmedo y en óptimas condiciones para la siembra, se cortan los estolones del lote de semilla al nivel del suelo (Figura 6).



Figura 6.
Corte con cegadora
de estolones de
U. humidicola para
siembra.

3.3. Paso 3: Recolección rápida de los estolones

Los estolones cortados y amontonados se recogen inmediatamente y se llevan al lugar de siembra. Es importante tener en cuenta que para la siembra de los estolones no deben transcurrir más de tres horas y así evitar su deshidratación. Si el material de siembra es cortado al medio día, la recolección y el transporte al lote de siembra debe ser inmediato para que no pierda humedad y viabilidad por la alta temperatura. Esto requiere de una coordinación entre los ejercicios de corte, recolección y siembra. Aunque esta actividad se puede realizar de forma manual, en la HSJ se han diseñado remolques especializados que garantizan el bienestar del trabajador y la conservación de la semilla; estos remolques sirven para recolectar, transportar y esparcir el material de siembra (Figura 7).

3.4. Paso 4: Esparcir el estolón en el lugar de siembra

Los estolones se transportan al lote de siembra y se esparcen de manera uniforme y lineal abarcando el ancho de trocha de la rastra. Se debe procurar cubrir todos los espacios de forma homogénea sin dejar vacíos, esto está correlacionado con el rebrote de plantas por unidad de área y el tiempo de establecimiento de la pastura (Figura 8).



Figura 7.
Recolección rápida del
material de siembra
para ser llevado al lugar
de siembra.



Figura 8.
Esparcimiento de
material vegetal
sobre el terreno a
sembrar.

3.5. Paso 5: Incorporar el material de siembra al suelo

***capacidad de campo:**

hace referencia a la cantidad de agua que retiene un suelo después de un evento de precipitación, después de 48 horas de drenaje. En campo se puede determinar tomando una porción de suelo en la mano, si al presionarlo humedece la mano pero no escurre agua, se dice que se encuentra en capacidad de campo.

Justo después de esparcir los estolones, se deben incorporar al suelo. Si la humedad es alta (mayor a la **capacidad de campo***), la profundidad de la rastra e incorporación de los estolones es menor que en condiciones más secas, y es donde los estolones se deben profundizar más. En la Figura 9 se aprecia la incorporación del material vegetal al suelo, con un pase de rastra superficial y rápido, esto permite un ahorro de combustible y un menor deterioro de los implementos del tractor.



Figura 9.
Incorporación de estolones al suelo mediante un pase de rastra con traba.

4. Renovación de praderas

Las praderas de *U. humidicola* con manejo adecuado no necesitan renovación, ya que su fenotipo le permite ser perenne en la finca. Cuando se requiera renovar con *U. humidicola* praderas de pasturas mejoradas que no se lograron adaptar a la zona, se puede realizar la siembra siguiendo las recomendaciones antes mencionadas, sin necesidad de controlar la pastura preexistente. Si se da un rebrote de esta, la competitividad y adaptación de *U. humidicola* terminará desplazando a las otras especies.

Cuando las praderas de *U. humidicola* se encuentran deterioradas (disminución de cobertura, productividad y velocidad de recuperación), es posible recuperar su

condición sin necesidad de realizar renovación o uso de maquinaria. Esto consiste en bajar la intensidad de pastoreo (sin dejar de hacerlo), disminuyendo la capacidad de carga por debajo de 0,3 UGG [Unidad de Gran Ganado (1 UGG=450 kg de peso vivo animal)] por hectárea para estimular la recuperación de la pastura (crecimiento adecuado de raíces tallos y hojas). El estímulo de consumo del animal, sumado a un menor desgaste de la pastura, estimulan el crecimiento y desarrollo. La pradera recuperará paulatinamente la cobertura mediante plántulas nuevas para lograr la carga idónea de la pastura en la zona, que para la HSJ es de 1 UGG (Figura 10).

5. Problemas para el establecimiento

Existen factores que en las condiciones ambientales de la zona, representan un mayor tiempo de establecimiento y una mayor inversión, estos son:

- ▶ Exceso o déficit hídrico. La alta precipitación genera encharcamientos que dificultan la preparación de los suelos, el correcto establecimiento y la respuesta productiva de la pastura.
- ▶ Distancia de los semilleros a la zona a sembrar. Cuanto mayor sea la distancia entre los semilleros y el lote a sembrar, menor es la calidad de los estolones y el rendimiento de siembra (área de siembra), esto implica mayores costos de establecimiento.
- ▶ Deficiente preparación y adecuación del suelo. En estas condiciones, las pasturas tendrán una menor densidad y una mayor competencia de malezas.
- ▶ Profundidad de siembra. Cuando los estolones se profundizan demasiado, encuentran dificultad para su rebrote por la ausencia de luz para realizar fotosíntesis. Cuando quedan en la superficie están expuestos a la pérdida de humedad y viabilidad en el ambiente.
- ▶ Ataque de insectos: el complejo salivazo o mión de los pastos (Hemiptera: Cercopidae) es una plaga limitante en la zona, las mayores afectaciones las presentan las sabanas convencionales, y en menor medida la *U. humidicola*. Para mitigar su impacto negativo sobre las praderas, se debe procurar un pastoreo periódico, especialmente durante los meses de mayores precipitaciones. Esto debido a que con una alta humedad y densidad de plantas propician el ambiente idóneo para la reproducción de estos insectos. En los semilleros se presentan estas dos condiciones que lo hacen vulnerable al ataque del salivazo, esto puede causar el fracaso del proyecto de siembra. El constante monitoreo de esta plaga en los semilleros permite tomar acciones

preventivas como la aplicación de productos biológicos (por ejemplo, metarhizium) o químicos (insecticidas).

6. Manejo de *U. humidicola* hasta el óptimo establecimiento

Una vez realizado el proceso de siembra de manera exitosa, el material vegetal inicia su crecimiento, en donde la pastura comienza a cubrir el suelo con estolones que se convertirán en nuevas plantas, conforme se cubre el suelo, las malezas que pudieron haber surgido serán desplazadas (Figura 10). Este período seguirá adelante de manera satisfactoria en el tiempo dependiendo de las condiciones climáticas.

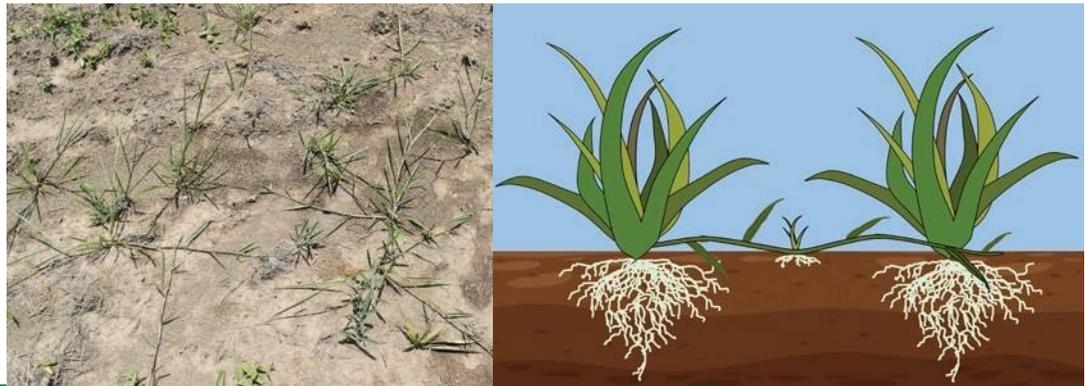


Figura 10.
Propagación de los
estolones posterior a
la siembra.

Posteriormente, es importante tener en cuenta que el punto inicial del ciclo productivo de la pastura es el primer pastoreo, este contacto entre las nuevas plantas con el ganado es vital para lograr un buen establecimiento de la pastura. A continuación, se presentan algunas consideraciones para el primer pastoreo:

- ▶ Realizar un recorrido en la pradera para monitorear el anclaje de las plantas, si al jalarlas se arrancan fácilmente es necesario esperar que las raíces profundicen más.
- ▶ Se debe evitar hacer el primer pastoreo un mes antes del inicio de la época seca; preferiblemente se hace en los períodos de transición o en época de lluvias. En estas épocas del año, las pasturas tendrán la humedad necesaria para su rápida recuperación y mejorar el establecimiento.
- ▶ El primer pastoreo se hace con animales pequeños (200 kg) aproximadamente a los seis meses posterior a la siembra, cuando la pastura ha logrado cubrir

adecuadamente el suelo (más de un 60% de cobertura) y ha alcanzado una altura adecuada de alrededor de 30 cm.

- ▶ Después del primer pastoreo hasta que la pradera cumpla un año de haber sido establecida (óptimo establecimiento), se debe mantener una carga baja de animales (0,5 UGG).

Estos animales con una intensidad baja de pastoreo estimularán la cobertura y productividad en la pastura. Adicionalmente, se deben respetar los períodos de descanso y ocupación de las praderas, para que estas no pierdan su potencial productivo y de cobertura.

7. Impactos ambientales

La implementación de *U. humidicola* tiene beneficios tanto productivos como ambientales.

Es importante suprimir la necesidad de realizar quemas, práctica común en la región donde queman las sabanas con vegetación lignificada que no se come el ganado, para estimular el rebrote joven que si es palatable. Esta práctica causa la pérdida de biodiversidad, degradación de los suelos y emisiones de dióxido de carbono hacia la atmósfera (Figura 11).



Figura 11.
Quema de sabana para estimular el rebrote.

U. humidicola ha demostrado una mayor capacidad de mejorar indicadores de salud de suelo: estabilidad de los agregados del suelo (Figura 11), disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y aumentar la concentración de carbono orgánico del suelo (SOC, por sus siglas en inglés) que otros pastos (cultivar Mulato 2 y Mombasa). La mejora de los parámetros de calidad de suelo puede estar relacionada con varios atributos de *U. humidicola* incluyendo: a) la cantidad y composición de los exudados de las raíces, b) la productividad y la morfología de las raíces, y c) la composición química de las raíces (Amézquita et al., 2004; Horrocks et al., 2019; Rao, 2021). Un rasgo importante identificado en *U. humidicola* es su capacidad para reducir la nitrificación del suelo a través de la secreción de exudados de raíces específicos (braquialactona), a la que se le atribuye la inhibición biológica de la nitrificación (BNI) (Subbarao et al., 2009).

El óxido nitroso (N_2O) es un gas de efecto invernadero con un alto potencial de calentamiento global, casi 300 veces mayor al del dióxido de carbono (CO_2). El óxido nitroso se produce naturalmente en las pasturas por acción de microorganismos del suelo, los cuales toman el nitrógeno de los fertilizantes y las excretas animales (orina o heces) y lo transforman para generar este potente gas. Sin embargo, las raíces del pasto *U. humidicola* producen un compuesto que impide este proceso, logrando una reducción de hasta el 70% de las emisiones de N_2O (Byrnes et al., 2017).

Las plantas terrestres tienen la capacidad de absorber CO_2 de la atmósfera a través de la respiración (fotosíntesis) para crecer y producir biomasa. Durante su ciclo de vida, las plantas pueden enriquecer el carbono del suelo, a través de compuestos liberados por las raíces, o por la descomposición de hojas y raíces maduras. Este carbono queda acumulado en el suelo incrementando el contenido de materia orgánica del suelo (Costa et al., 2022; Hyman et al., 2022), lo cual a su vez mejora la retención de agua, el ciclaje de nutrientes, la estructura y aireación del suelo. En los Llanos Orientales de Colombia las pasturas de *U. humidicola* pueden acumular hasta cuatro toneladas de carbono por hectárea por año en comparación con sabana nativa (Figura 12).

Actualmente, la ganadería está fuertemente asociada por la sociedad civil a actividades de deforestación y problemas ambientales característicos de la ganadería extensiva. La intensificación sostenible de la actividad ganadera en la Orinoquía de Colombia mediante el uso del pasto mejorado *U. humidicola* (p. ej. pasar de criar un (1) animal en 18 hectáreas de sabana nativa a solo 1 hectárea de pasto mejorado *U. humidicola*) es una gran oportunidad para liberar áreas previamente empleadas en pastos y permitir procesos de regeneración natural, proteger los bosques, morichales y las fuentes hídricas. En la Figura 13 se puede apreciar una práctica llevada a cabo en la HSJ, en donde se deja una franja de amortiguamiento

de 200 m con sabana nativa entre el bosque y *U. humidicola*, en donde se pueden dar paso a procesos de regeneración natural de especies silvestres.



Escanea el código QR para ver el video sobre la estabilidad de agregados.
<https://bit.ly/3VazqE8>

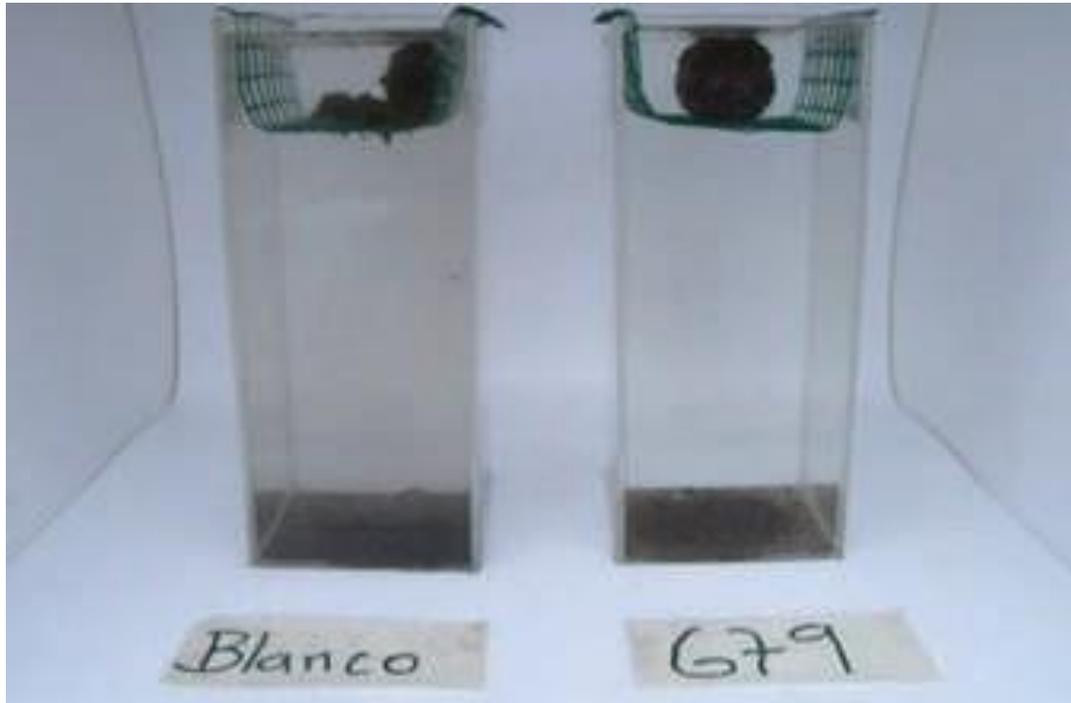


Figura 12. Captura de pantalla donde se muestra la prueba de estabilidad de agregados en el suelo cubierto con *U. humidicola* (679), este muestra una mayor estabilidad que un suelo sin cobertura (como el que queda después de una quema); a la izquierda un suelo desnudo y a la derecha un suelo de una pradera de *U. humidicola*.

Pastura nativa

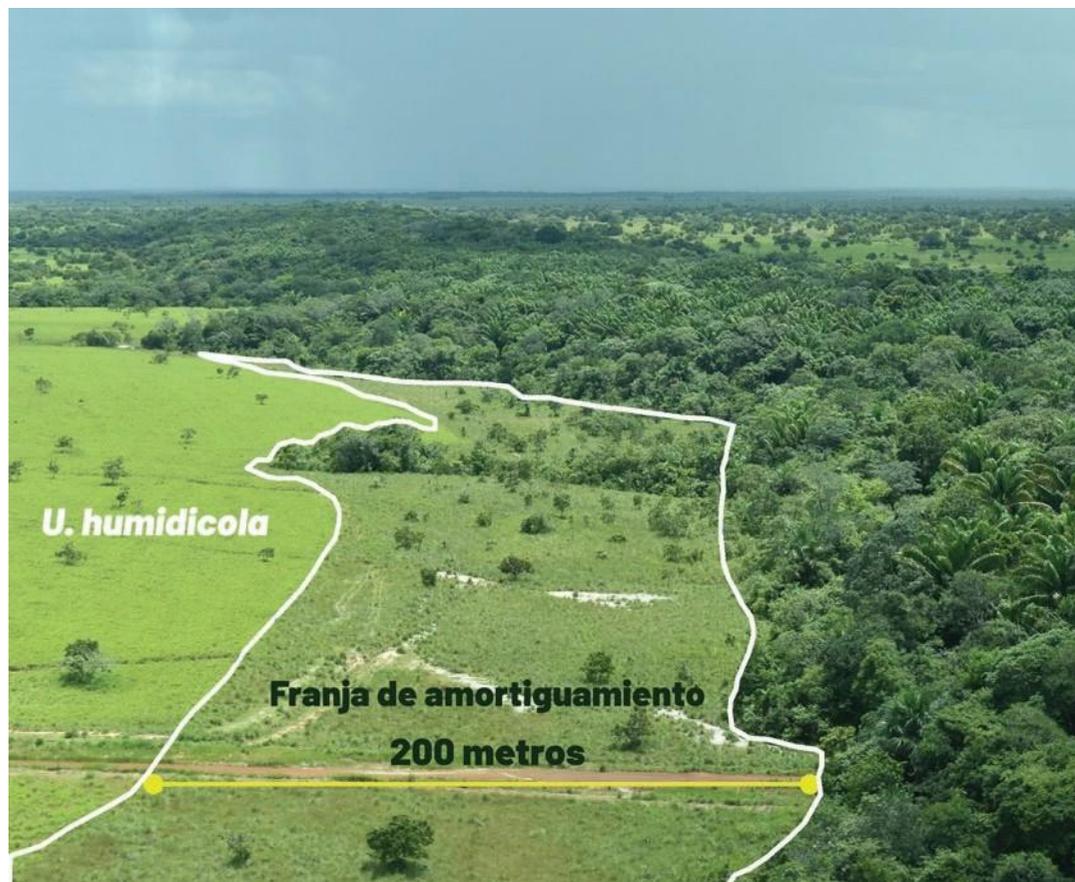


Urochloa humidicola
CIAT 679



Figura 12. Representación gráfica del aumento en la acumulación de carbono de *U. humidicola* frente a la sabana nativa.

Figura 13.
Franja de conservación
entre *U. humidicola* y el
bosque para procesos
de regeneración
natural.





8. Conclusiones

La implementación de *U. humidicola* en la altillanura mediante estolones, se perfila como una estrategia que disminuye los costos de establecimiento, aumenta la productividad de la finca, reduce el tiempo de establecimiento y mitiga los impactos negativos de la ganadería sobre el medio ambiente.

Para el establecimiento de pasturas mediante estolones es necesario prever un período adecuado de lluvias, además de una planificación de actividades estratégica para optimizar el proceso de siembra.

Es necesaria una buena adecuación de suelo para que las plantas encuentren las condiciones ideales para el desarrollo

de sus raíces y posterior etapa de producción.

Los estolones son un material de siembra con alta precocidad; sin embargo, es necesario tener un semillero saludable, y que el período de tiempo entre el corte, recolección, siembra e incorporación del material sea el menor posible.

Se ha demostrado que el establecimiento de *U. humidicola* representa una estrategia de adaptación y mitigación al cambio climático, ya que tiene la capacidad de capturar carbono, mejorar la salud del suelo y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero.

9. Referencias

- ▶ Amézquita E; Thomas RJ; Rao IM; Molina DL; Hoyos P. 2004. Use of deep-rooted tropical pastures to build-up an arable layer through improved soil properties of an Oxisol in the Eastern Plains (Llanos Orientales) of Colombia. *Agriculture Ecosystems & Environment* 103:269–277. <http://doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.017>
- ▶ Arango J; Ruden A; Martinez-Baron D; Loboguerrero AM; Berndt A; Chacón M; Torres CF; Oyhantcabal W; Gomez C; Ricci P; Ku-Vera J; Burkart S; Moorby J; Chirinda N. 2020. Ambition meets reality: achieving GHG emission reduction targets in the livestock sector of Latin America. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 4:65. <http://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00065>
- ▶ Byrnes RC Nuñez J; Arenas L; Rao I; Trujillo C; Alvarez C; Arango J; Rasche F; Chirinda, N. 2017. Biological nitrification inhibition by *Brachiaria* grasses mitigates soil nitrous oxide emissions from bovine urine patches. *Soil Biology and Biochemistry* 107:156–163. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.12.029>
- ▶ Costa Jr. C; Villegas DM; Bastidas M; Matiz-Rubio N; Rao IM; Arango J. 2022. Soil carbon stocks and nitrous oxide emissions of pasture systems in Orinoquía region of Colombia: Potential for developing land-based greenhouse gas removal projects. *Frontiers in Climate* 4:916068. <http://doi.org/10.3389/fclim.2022.916068>
- ▶ DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) 2019. Encuesta nacional agropecuaria. Disponible en línea en: <https://bit.ly/3BECzoq> (Consultado en marzo 12 de 2022).
- ▶ Horrocks CA; Arango J; Arevalo A; Nuñez J; Cardoso JA; Dungait JAJ. 2019. Smart forage selection could significantly improve soil health in the tropics. *Science of the Total Environment* 688:609–621. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.152>
- ▶ Hyman G; Castro A; Da Silva M; Arango MA; Bernal J; Perez O; Rao I. 2022. Soil carbon storage potential of acid soils of Colombia's Eastern High Plains. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 6:954017. <http://doi.org/10.3389/fsufs.2022.954017>
- ▶ ICA (Instituto Colombiano Agropecuario). 2022. Censos Pecuarios Nacional. Censo Bovino en Colombia [Base de datos]. <https://bit.ly/3FW42EI>. (Consultado en septiembre de 2022).

- ▶ IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales) 2021. Consulta y Descarga de Datos Hidrometeorológicos. Disponible en <http://www.ideam.gov.co/> (consultado en abril 20 de 2022).
- ▶ Orozco AJ; Angulo LM; Pérez AP; Ciodaro JH. 2014. Aspectos fisiológicos y bromatológicos de *Brachiaria humidicola* (Physiological and bromatological aspects of *Brachiaria humidicola*). CES Medicina Veterinaria y Zootecnia 7(1):87–98. <https://bit.ly/3uS25Ty>
- ▶ Rao IM. 2021. Digging deep into defining physiological responses to environmental stresses in the tropics: The case of common bean and *Brachiaria* forage grasses. In: M. Pessaraki (ed.). Handbook of Plant and Crop Physiology, Fourth Edition. CRC Press, Taylor and Francis Group, USA, pp. 1099–1140.
- ▶ Rincón A. 2006. Factores de degradación y tecnología de recuperación de praderas en los Llanos Orientales de Colombia. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). 78 p. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/17515>
- ▶ Rippstein G; Escobar G; Motta F. 2001. Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 302 p. <https://hdl.handle.net/10568/54639>
- ▶ Subbarao GV; Nakahara K; Hurtado MP; Ono H; Moreta DE; Salcedo AF; Yoshihashi AT; Ishikawa T; Ishitani M; Ohnishi-Kameyama M; Yoshida M; Rondon M; Rao IM; Lascano CE; Berry WL; Ito O. 2009. Evidence for biological nitrification inhibition in *Brachiaria* pastures. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 106(41):17302–17307. <https://doi.org/10.1073/pnas.0903694106>
- ▶ Villegas DM; Velasquez J; Arango J; Obregon K; Rao IM; Rosas G; Oberson A. 2020. *Urochloa* grasses swap nitrogen source when grown in association with legumes in tropical pastures. *Diversity* 12:419. <http://doi.org/10.3390/d12110419>

Agradecimientos

Este trabajo se realizó como parte del Proyecto “Uso de la diversidad genética para capturar carbono a través de sistemas de raíces profundas en suelos tropicales” apoyado por Bezos Earth Fund; la Iniciativa CGIAR sobre Ganadería y Clima.

CGIAR es un consorcio de investigación global para un futuro sin hambre, dedicado a transformar los sistemas alimentarios, terrestres y acuáticos en medio de una crisis climática. Su investigación es llevada a cabo por 13 Centros/Alianzas de CGIAR en estrecha colaboración con cientos de socios, incluidos institutos de investigación nacionales y regionales, organizaciones de la sociedad civil, instituciones académicas, organizaciones de desarrollo y el sector privado.

Agradecemos a los financiadores que apoyan esta investigación a través de sus contribuciones al Fondo de CGIAR. www.cgiar.org



INITIATIVE ON
Livestock and Climate



ISBN: 978-958-694-242-3

