

Sistemas innovadores de siembra de *Urochloa humidicola* mediante estolones

Un caso exitoso en la altillanura colombiana

Mike Bastidas, Luciano Ospina, Idupulapati M.Rao, Alejandro Montoya,
Mauricio Sotelo, Daniel M. Villegas, Aura Bravo, Jose Luis Urrea,
Gabriel Jaramillo, Juan Diego Paez, 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.

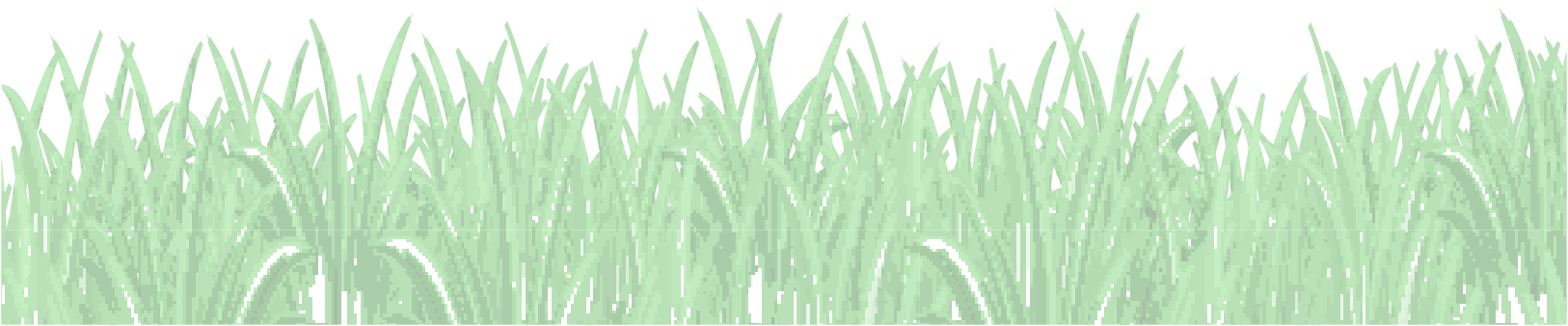
<https://alliancebioersityciat.org>

www.cgiar.org

Sistemas innovadores de siembra de *Urochloa humidicola* mediante estolones

Un caso exitoso en la altillanura colombiana

Mike Bastidas, Luciano Ospina, Idupulapati M. Rao, Alejandro Montoya,
Mauricio Sotelo, Daniel M. Villegas, Aura Bravo, Jose Luis Urrea,
Gabriel Jaramillo, Juan Diego Paez, Jacobo Arango



Alianza de Bioersity International 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

Página web: <https://alliancebioersityciat.org/es>

Cita correcta

Bastidas M; Ospina L; Rao IM; Montoya A; Sotelo M; Villegas DM; Bravo AM; Urrea-Benítez JL; Jaramillo G; Páez JD; Arango J. 2022. Sistemas innovadores de siembra de *Urochloa humidicola* mediante estolones - un caso exitoso en la Altillanura Colombiana. CIAT, Cali, Colombia. 23 p.

Acerca de los autores

Mike Bastidas, **cargo**, Alianza de Bioersity International y el CIAT

Luciano Ospina, **cargo**, Hacienda San José

Idupulapati M. Rao, **cargo**, Alianza de Bioersity International y el CIAT

Alejandro Montoya, **cargo**, Alianza de Bioersity International y el CIAT

Mauricio Sotelo, **cargo**, Alianza de Bioersity International y el CIAT

Daniel M. Villegas, **cargo**, Alianza de Bioersity International y el CIAT

Aura Bravo, **cargo**, Alianza de Bioersity International y el CIAT

Jose Luis Urrea, **cargo**, Alianza de Bioersity International y el CIAT

Gabriel Jaramillo, **cargo**, Hacienda San José

Juan Diego Paez, **cargo**, Hacienda San José

Jacobo Arango, **cargo**, Alianza de Bioersity International y el CIAT

Foto de Portada: Hacienda San José

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

Algunos derechos reservados. Este trabajo tiene licencia

Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License (CC-BY)

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

Derechos de autor © Centro Internacional de Agricultura Tropical 2022. Algunos derechos reservados

Diciembre 2022



Contenido

Introducción	4
Condiciones climáticas del municipio La Primavera, Vichada	7
Siembra de <i>U. humidicola</i> mediante estolones	7
Preparación del suelo.....	8
Material de siembra.....	9
Manejo y corte de estolón en semilleros.....	9
Recolección rápida de los estolones	12
Esparcimiento del estolón en el lugar de siembra ...	12
Incorporar el material de siembra al suelo.....	14
Renovación de praderas.....	14
Problemas para el establecimiento	15
Manejo de <i>U. humidicola</i> hasta el óptimo establecimiento.....	16
Impactos ambientales.....	17
Conclusiones	21
Referencias.....	22



Introducción

Con aproximadamente 25 millones de hectáreas, la Orinoquía representa cerca de la cuarta parte del territorio nacional. 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 ha se encuentran con vegetación de sabana, 237.901 de ha en pastos y forrajes, y 39.967 ha en malezas y rastrojos); además, tiene un área total de 560.836 ha 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, para las cuales se estima son necesarias 18 ha para mantener

cada animal. En esta línea, intensificar la productividad de la ganadería en esta región es un desafío de gran relevancia, al mismo tiempo que se generan mayores ingresos a los productores, dinamización de la economía, se mejora la salud del suelo y se reducen 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, estos suelos tienen poca capacidad de intercambio catiónico y tienen saturación por aluminio que pueden 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).

La Hacienda San José (HSJ) es una empresa ganadera dedicada a la cría de bovinos de la raza Nelore de ciclo corto, está ubicada en el municipio La Primavera (Vichada), pertenece a la altillanura, se caracteriza por tener una precipitación de 2.223 mm al año, temperatura promedio de 27,3 °C, topografía plana, los suelos son extremadamente 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, por su vegetación de sabana tiene un gran potencial de mitigación de cambio climático, siendo áreas destinadas a la ganadería que no son producto de la deforestación, y se ha comprobado

que pueden tener 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 que según Rincón (2006) se adapta a los suelos ácidos de baja fertilidad, en donde el fósforo disponible es escaso y el aluminio es potencialmente tóxico. Algunas habilidades que facilitan dicha adaptación son (Rao 2021): tolerancia a periodos cortos de encharcamiento, mantiene un crecimiento radicular a expensas del crecimiento de la parte

aérea, absorbe diferentes formas de nitrógeno (N) (nitrato y amonio), adquiere N 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 la captura de carbono.

Condiciones climáticas del municipio La Primavera, Vichada

En la zona de influencia de 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.

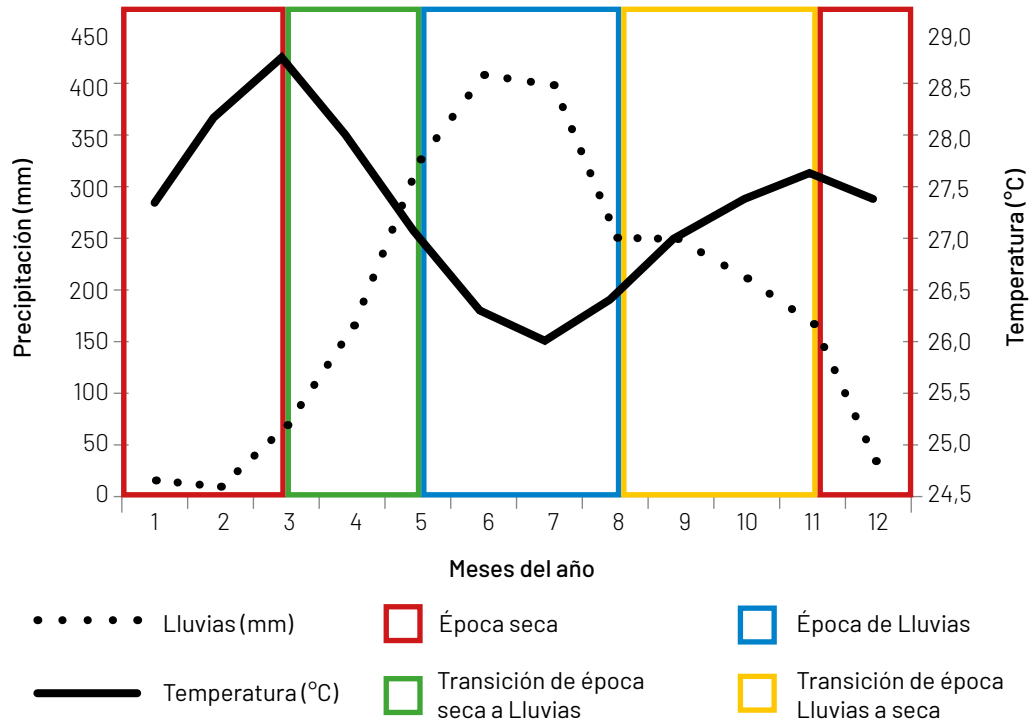


Figura 1. Períodos climáticos presentes en el municipio La Primavera, Vichada. Datos históricos tomados de IDEAM (2021).

Siembra de *U. humidicola* mediante estolones

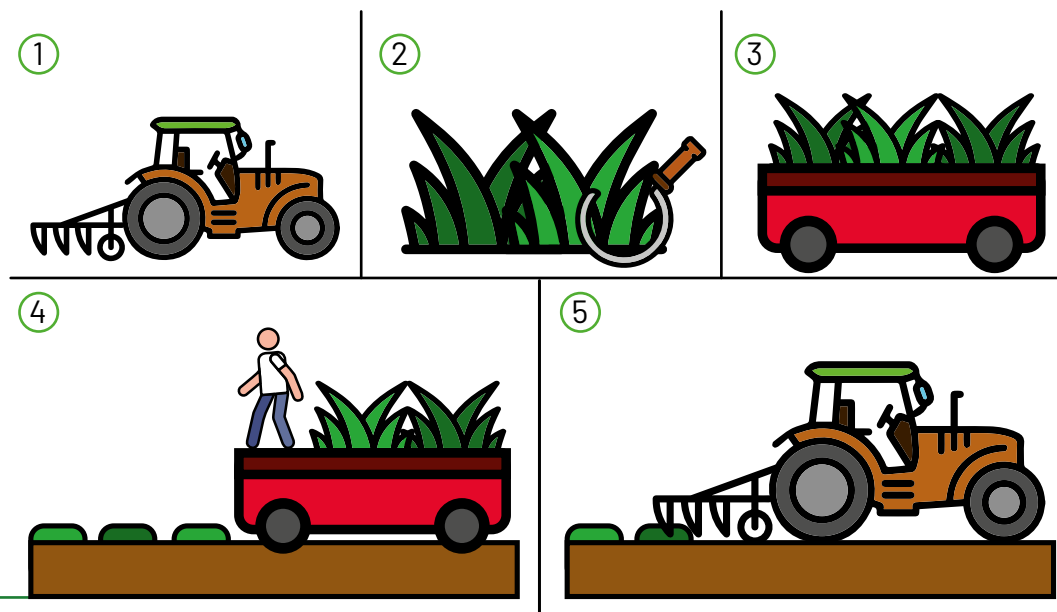
Para lograr el objetivo de mejorar las praderas mediante la siembra de estolones (toda la biomasa aérea compuesta por tallos, hojas y nudos), se han identificado cinco pasos importantes (Figura 2):

- 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.

Preparación del suelo

El establecimiento de *U. humidicola* inicia al final del período de transición de lluvias a seca (octubre-noviembre en esta zona), cuando el suelo se encuentra en capacidad de campo, se hacen dos pases de rastra liviana a una profundidad entre 15 y 20 cm, para incorporar la sabana o cobertura que se quiere cambiar. Con el déficit hídrico proveniente en la época seca, este material se seca y se descompone en el suelo, al momento de la siembra las condiciones serán ideales, y la presencia de vegetación no deseada que compita con la pastura será mínima (Figura 3).

En las condiciones edafoclimáticas de HSJ, se ha logrado comprobar que se puede lograr un adecuado establecimiento 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*.

Material de siembra

El establecimiento de una pradera implica costos asociados a la adquisición de la semilla, *U. humidicola*, pues tiene la propiedad de propagarse mediante semilla comercial (más costosa y tarda un año para su establecimiento), si en la zona no se cuenta con material vegetativo para sembrar, es probable que se requiera la implementación de un área inicial bajo esta metodología, sembrando 6 kg de semilla por ha. Además, tiene la propiedad de propagarse mediante estolones, que es más económico y tarda seis meses para su establecimiento (Tabla 1).

Manejo y corte de estolón en semilleros

El manejo de los semilleros (potreros) comienza evitando el pastoreo dos meses antes de la época seca, buscando una altura entre 20 y 30 cm en la pastura. 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 (en condiciones adecuadas de humedad del suelo, sin encharcamiento).

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 (aproximadamente en abril o mayo). Es

Tabla 1. Costos 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 ha) entre 17 (número de hectáreas que se pueden sembrar con la biomasa cortada)

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 ha (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. 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.

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 pasar más de tres horas para que no se deshidraten. 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. 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 regar el material de siembra (Figura 7).

Esparcimiento del 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.

Incorporar el material de siembra al suelo

Inmediatamente después de regar 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.

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 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) por ha 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).

Problemas para el establecimiento

Existen factores que generan un pobre establecimiento, 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 durante períodos largos de tiempo en las sabanas, dificultando 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 generar 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).

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.

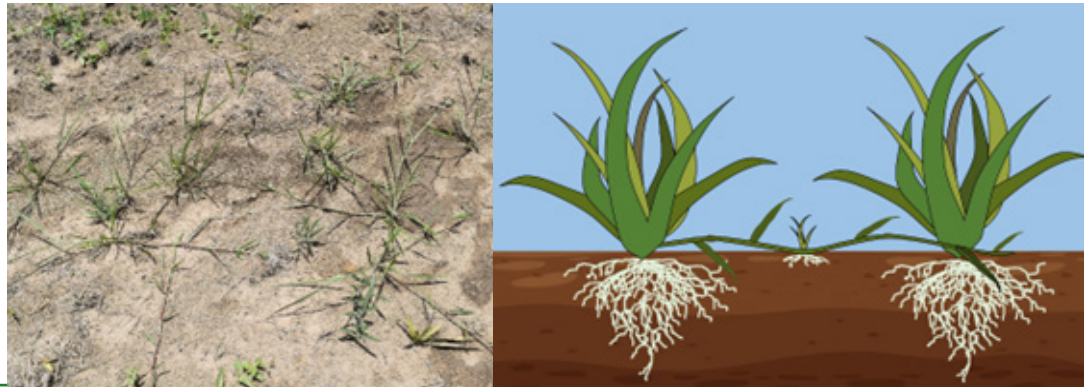


Figura 10.
Propagación de los estolones posterior a la siembra.

Después, es importante tener en cuenta que el punto inicial 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 altura adecuada (30 cm aproximadamente).

- ▶ 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 de 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

Impactos ambientales

La implementación de *U. humidicola* tiene beneficios tanto productivos como ambientales, estos últimos derivados de diferentes bondades.

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 atmosfera (Figura 11).



Figura 11.
Imagen aérea de
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 relacionados con varios atributos de *U. humidicola* incluyendo: a) la cantidad y composición de los exudados de las raíces, b) productividad y la morfología de las raíces, 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).



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

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 "secuestrado" 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 4 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 ha de sabana nativa a solo 1 ha 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 10 se puede apreciar una práctica

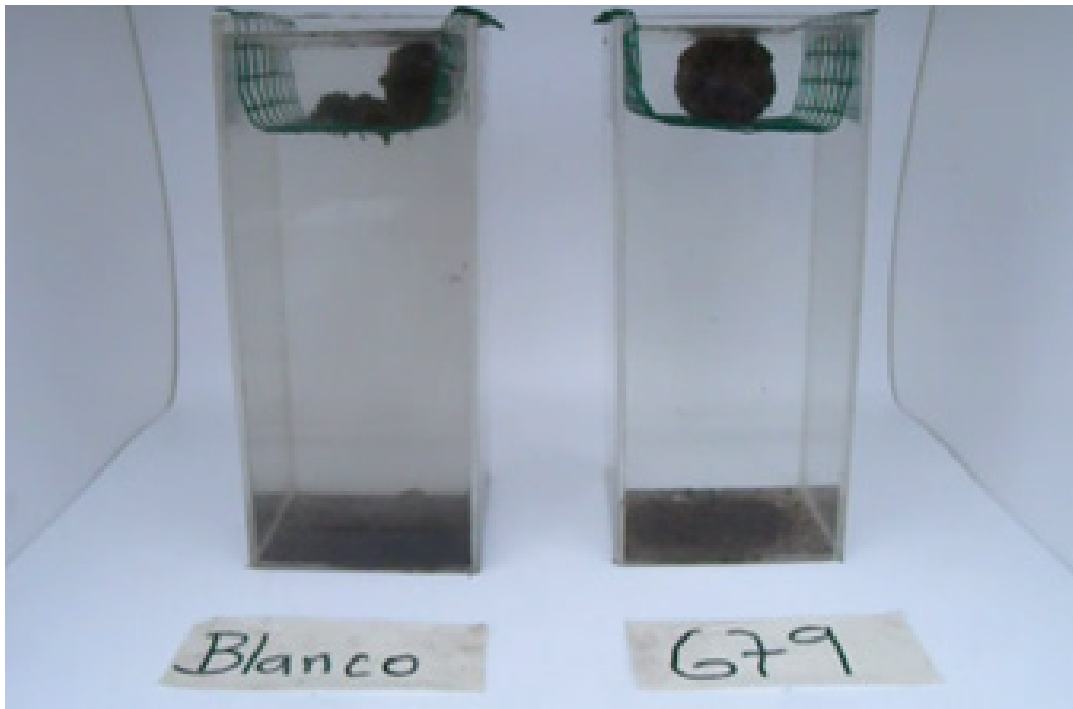


Figura 11. Prueba de estabilidad de agregados en el suelo cubierto con *U. humidicola* (679), este muestra una mayor estabilidad que un suelo sin cobertura (como el que queda después de una quema); a la izquierda un suelo desnudo y a la derecha suelo de una pradera de *U. humidicola*.

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.

llevada a cabo en la HSJ, en donde se deja una franja de conservación 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 (Figura 13).



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



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.

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.
- ▶ Rincon 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>



INITIATIVE ON
Livestock and Climate

