



Reporte final

NOTAS TÉCNICAS DE PRÁCTICAS Y TECNOLOGÍAS DE GANADERÍA CLIMATICAMENTE INTELIGENTES PARA LA ORINOQUÍA COLOMBIANA

Preparado por: Alejandra Marin¹, Isabel Molina, Alejandro¹ Montoya¹, Walter Galindo², Jorge Suarez³, Manuel Gómez¹, Jacobo Arango¹

¹International Center for Tropical Agriculture (CIAT), Cali, Colombia.

²CIPAV, ³Fedegan

2022



Notas técnicas de prácticas y tecnologías de ganadería climáticamente inteligentes (CSCR) para Orinoquía Colombiana

Resumen ejecutivo

La selección de prácticas y tecnologías de ganadería climáticamente inteligentes (CSCR, por sus siglas del inglés *Climate Smart Cattle Ranching*) para la región de la Orinoquía Colombiana representa grandes retos, debido en parte a la gran extensión de esta región, pero además a su diversidad, diferentes zonas agroecológicas, paisajes ganaderos, prácticas ganaderas, entre otros. Por lo tanto, se hace necesario implementar o desarrollar metodologías o marcos de trabajo que permitan identificar y priorizar estrategias de ganadería más sostenibles y que sean potencialmente adoptadas por los productores ganaderos de la región.

En la presente consultoría se desarrolló un marco de trabajo en el que se pueden identificar sinergias y disyuntivas entre pilares como productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica de algunas prácticas y tecnologías CSCR. Cada uno de estos pilares, a su vez, fueron definidos en función de indicadores seleccionados de acuerdo con su idoneidad y disponibilidad de datos e información para la región de la Orinoquía. Los indicadores analizados fueron: carga animal (kg/día), ganancia de peso (kg/día) y tiempo de evidencia de la práctica para el pilar *productividad*, intensidad de la emisión de metano entérico (kg CH₄/ kg GP/ año) y stock de carbono en el suelo (ton/ha) para el pilar *mitigación*, costos de establecimiento (COP/ha) para viabilidad económica, producción de forraje en época de alta y baja precipitación (kg MS/ha) para el pilar *adaptación* y facilidad de implementación y nivel de interés para el pilar *facilidad de la tecnología*, que fue obtenido a través de consulta con productores de la región.

En términos generales, el marco de priorización consta de 3 fases: **Fase 1:** evaluación preliminar de prácticas y tecnologías CSCR basado en evidencia de literatura, **Fase 2:** clasificación de las principales prácticas y tecnologías CSCR basada en la evidencia de literatura y la participación de actores claves de la cadena de valor como productores y expertos, y **Fase 3:** desarrollo de notas técnicas de prácticas y tecnologías CSCR que a su vez puede considerarse como un portafolio de prácticas de ganadería adaptadas al clima prioritarias para ser implementadas en la región de la Orinoquía.

A partir de la revisión de literatura se identificaron 12 prácticas y tecnologías CSCR y se incluyó el manejo tradicional como 1) tecnología de referencia para la región de la Orinoquía Colombiana. Las prácticas y tecnologías CSCR identificadas fueron: 2) pasturas introducidas, 3) pasturas introducidas + pastoreo continuo, 4) pasturas introducidas + pastoreo rotacional, 5) pasturas introducidas + otras prácticas del suelo, 6) bancos forrajeros, 7) franjas de árboles, 8) cercas vivas, 9) sistemas silvopastoriles intensivo, 10) asociación gramíneas-leguminosas, 11) sistemas integrados de cultivos agrícola y ganadería, 12) suplementación estratégica -ensilajes, y como tecnología potencial se identificó 13) el manejo del pastoreo basado en la altura de la pastura.

Para clasificar las prácticas y tecnologías *CSCR* se estableció un criterio de calificación de bajo, medio-bajo, medio-alto y alto con base en el valor promedio de cada uno de los indicadores. De igual forma, y con base en la información ajustada a partir de los talleres con productores de la región, se asignaron porcentajes de participación a cada uno de los pilares: productividad (22%), mitigación (11%), adaptación (26%), facilidad tecnológica (18%) y viabilidad económica (23%). Estos porcentajes de participación promedio o peso asignado a cada uno de los pilares representan el nivel de importancia que los productores de la región de la Orinoquía le daría a los pilares a la hora de elegir una práctica o tecnología de ganadería.

La calificación y ponderación de cada uno de los indicadores por pilar permitió hacer un ranking de todas las prácticas y tecnologías *CSCR* identificadas en la literatura como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Ranking de prácticas y tecnologías *CSCR* para la región de la Orinoquía

Calificación	Ranking	Práctica o tecnología
2,70	1	Sistemas Silvopastoriles Intensivo para ramoneo
2,68	2	Pasturas introducidas + pastoreo rotacional
2,55	3	Manejo del pastoreo basado en la altura de la pastura
2,40	4	Sistemas Silvopastoriles - Bancos forrajeros
2,28	5	Suplementación estratégica - Bloque multinutricional y ensilajes
2,18	6	Pasturas introducidas
2,05	7	Sistemas Silvopastoriles - Cercas vivas
2,04	8	Sistemas Silvopastoriles - Franjas de árboles
1,98	9	Pasturas introducidas + pastoreo continuo
1,98	10	Pasturas introducidas + otras prácticas del suelo
1,89	11	Tecnología de referencia (manejo tradicional)
1,83	12	Asociación gramíneas-leguminosas
1,55	13	Sistemas Integrados de cultivos agrícola y ganadería

En el ranking las seis práctica o tecnologías con mayor calificación fueron priorizadas 1) sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para ramoneo, 2) pasturas introducidas más pastoreo rotacional, 3) manejo del pastoreo basado en la altura de la pastura, 4) bancos forrajeros, 5) suplementación estratégica y 6) pasturas introducidas. Esto sugiere que posiblemente estas prácticas y tecnologías tendrían más acogida y potencial de adopción en estudios piloto en la región.

En la tabla 2 se muestran los valores medio de los indicadores analizados para las seis primeras prácticas y tecnologías *CSCR* priorizadas (Tabla 1).

Tabla 2. Valores promedio de indicadores para las 6 primeras prácticas y tecnologías CSCR priorizadas

Pilar	Indicador	Posición en el ranking de las 6 primeras prácticas y tecnologías CSCR						unidad
		1	2	3	4	5	6	
Productividad	Carga animal	5,16	2,2	3,83	2,5	2,4	1,7	UA/ha
	Ganancia de peso	0,78	0,6	0,66	0,6	0,6	0,49	kg/día
	Tiempo de evidencia	3	2	2	3	2	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	159	198	312	245	238	212	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	52,4	89	89	96	76	72	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	4056	6575	4841	9200	8214	2278	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	2352	3843	4868	6440	6951	1506	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	7.904.908 (1.926,02)	4.978.191 (1.212,92)	5.256.738 (1.280,78)	13,194,910 (3.214,89)	13,175,136 (3.210,07)	2.732.016 (665,65)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	2.240.000 (545,77)	2.240.000 (545,77)	2.240.000 (545,77)	1.640.000 (399,58)	N/A	2.240.000 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2,1	2,6	2,3	2,1	2,5	2,5	-
	Nivel de interés	2,7	2,9	2,5	2,5	2,8	2,8	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y entre paréntesis en dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: es un pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación fueron: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés fueron: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: práctica de interés intermedio y >3: práctica de interés alto.

Con el propósito de presentar notas técnicas de prácticas y tecnologías de ganadería sostenibles que sirvan de orientación y respaldo para el diseño de paquetes tecnológicos y/o planes de

asistencia técnica para los productores de la región de la Orinoquía Colombiana este documento se presenta en dos partes:

En la primera se presentan notas técnicas largas que incluyen una descripción general de la práctica o tecnología, aplicabilidad de la práctica o tecnología con base en la zona agroecológica y tipo de sistema de producción, se presentan los resultado de desempeño de acuerdo con el marco de trabajo propuesto y protocolo de establecimiento y costos detallados de establecimiento y mantenimiento para las 6 primeras practicas priorizadas 1) sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) para ramoneo, 2) pasturas introducidas más pastoreo rotacional, 3) manejo del pastoreo basado en la altura de la pastura, 4) bancos forrajeros, 5) suplementación estratégica y 6) pasturas introducidas para la región de la Orinoquía.

En la segunda parte de este documento se presentan notas técnicas cortas que incluyen una descripción general de la práctica o tecnología, aplicabilidad de la práctica o tecnología con base en la zona agroecológica y tipo de sistema de producción, se presentan los resultados de desempeño de acuerdo con el marco de trabajo propuesto y generalidades del establecimiento. Pero no incluye protocolo de establecimiento ni costos detallados. Las notas cortas se presentan para las siguientes prácticas y tecnologías CSCR: 7) SSP - Cercas vivas, 8) SSP- Franjas de árboles, 9) Pasturas introducidas + pastoreo continuo, 10) Pasturas introducidas + otras prácticas del suelo, 12) Asociación gramíneas-leguminosas y 13) Sistemas Integrados de cultivos agrícola y ganadería.

1. Sistemas silvopastoriles intensivos para ramoneo (posición 1 en el ranking)

1.1 Descripción de la práctica o tecnología

Las prácticas y tecnologías *CSCR* identificadas en la literatura incluyeron los sistemas silvopastoriles (SSP), estos a su vez se dividen en bancos de forrajes y SSPi para ramoneo. Con base en la literatura revisada e información complementaria del proyecto de ganadería sostenible se identificó información principalmente relacionada con SSPi para ramoneo los cuales se ubicaron en la posición número 1 del ranking con una calificación de 2,70.

El SSPi para ramoneo es un arreglo agroforestal pecuario donde se cultivan arbustos forrajeros en alta densidad, asociados con pastos y leguminosas y cantidades variables de árboles maderables, frutales o de otro tipo. En estos arreglos se combinan dos estratos de vegetación destinados a la alimentación animal (pastoreo, ramoneo) y, por 1 o menos, un estrato superior de especies maderables o frutales (CIPAV, 2009).

El SSPi para ramoneo propuesto para la Orinoquía se compone de tres franjas de árboles y tres franjas de pastoreo como se ilustra en la Figura 1.1. En las franjas de pastoreo se asocian gramíneas, leguminosas y arbustos de botón de oro. Los árboles se disponen en bandas de tres surcos. El sistema se complementa con divisiones de cerca eléctrica y acueducto ganadero que suministra agua de manera permanente a los animales.

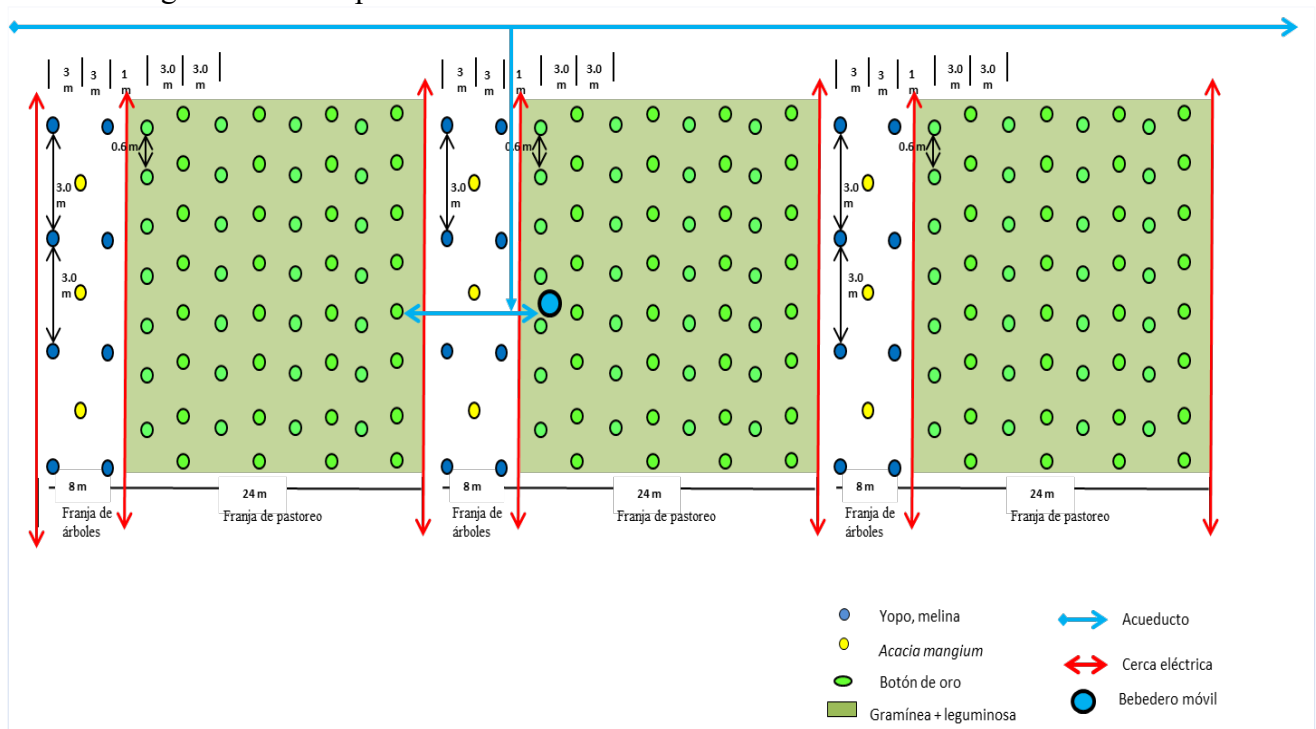


Figura 1.1. Arreglo espacial de una hectárea de SSPi para la Orinoquía

En la Tabla 1.1 se describen las especificaciones técnicas y las especies sugeridas para la implementación de un SSPi en la Orinoquía.

Tabla 1.1. Distribución espacial para una hectárea de SSPi en la Orinoquía

No. franjas de árboles	No. surcos por franja de árboles	No. Franjas de pastoreo	No. Surcos de arbustos por franja de pastoreo	Distancia de siembra (m)				No. Plantas/ha ⁻¹	
				Entre surcos		Entre plantas		Botón de oro	Árboles*
				Botón de oro	Árboles	Botón de oro	Árboles		
3	3	3	9	3	3 *	0.6	3.0	4500	300

* Árboles sugeridos para sembrar en SSPi en la Orinoquía: melina (*Gmelina arborea*), acacia (*Acacia mangium*), yopo (*Piptadenia peregrina*), eucalipto (*Eucalyptus pellita*), guayaba (*Psidium guajava*), guamo Inga sp., abarco (*Cariniana pyriformis*).

1.2 Aplicabilidad de la práctica o tecnología

En la Tabla 1.2 se describen las zonas agroecológicas y el tipo de ganadería donde es posible implementar los SSPi para ramoneo en la Orinoquía colombiana.

Tabla 1.2. Aplicabilidad de los SSPi según la zona agroecológica y el sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Sistema silvopastoril intensivo	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓

1.3 Desempeño de la práctica o tecnología

El objetivo de los SSPi es optimizar al máximo el área intervenida a partir de la producción de forrajes de excelente calidad en un ambiente de menor temperatura y humedad relativa que las praderas a libre exposición, donde los animales pueden expresar su potencial genético en leche, carne y lograr mejores índices reproductivos mientras se enriquecen componentes del agroecosistema como el suelo y la biodiversidad. De acuerdo con la revisión de literatura y las experiencias de otros proyectos como el de ganadería sostenible, en la Tabla 1.3 se presentan los valores promedios de los indicadores *CSCR*, enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación viabilidad económica y facilidad tecnológica.

Tabla 1.3. Indicadores de SSPi para ramoneo en piedemonte llanero.

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	5,16	UA/ha
	Ganancia de peso	0,78	kg/día
	Tiempo de evidencia	3	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	159	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	52,4	Ton C/ha/año

Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	4056	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	2352	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	7.904.908 (1.926,02)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	2.240.000,00 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2,1	-
	Nivel de interés	2,7	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y entre paréntesis en dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: es un pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación fueron: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés fueron: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: práctica de interés intermedio y >3: práctica de interés alto.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 1.4.

Tabla 1.4. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

Los SSPi para ramoneo, tuvieron un desempeño alto en viabilidad económica y productividad y medio para los pilares mitigación, adaptación y facilidad tecnológica (Figura 1.2). Con base en la calificación promedio de los indicadores analizados, esta práctica ocupa la posición número 1 del ranking con una calificación promedio de 2,70 indicando que los SSPi para ramoneo representan una tecnología con alta viabilidad para ser implementada por los productores de la región de la Orinoquía.

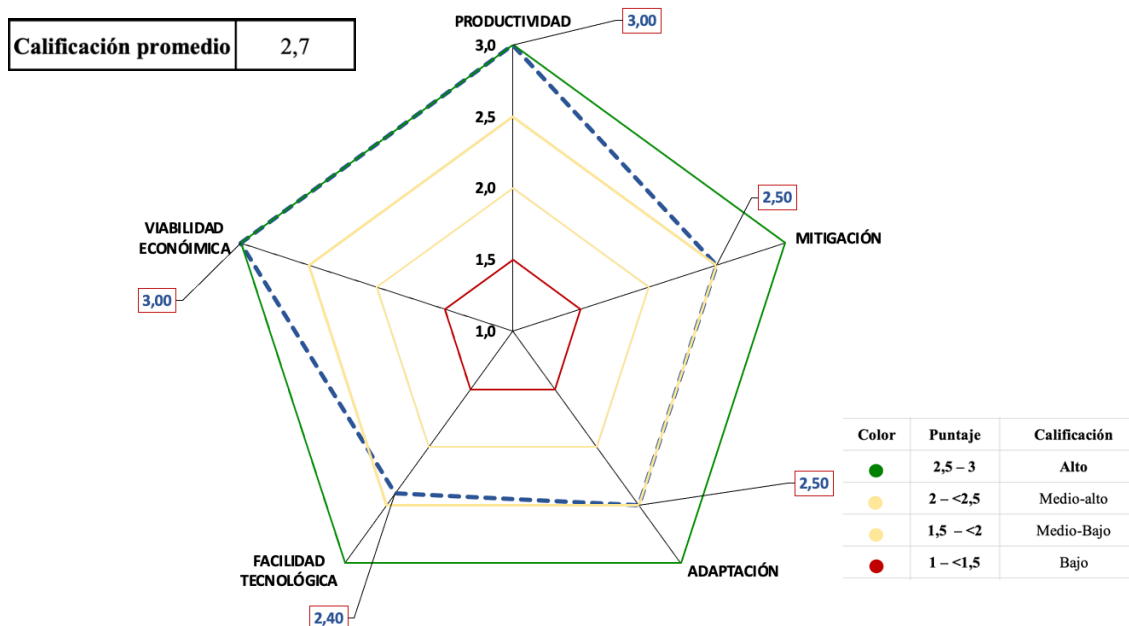


Figura 1.2 Desempeño de los SSPi para ramoneo

1.4 Protocolo de establecimiento

El establecimiento del SSPi para ramoneo requiere del cumplimiento de una serie de actividades que se agrupan en nueve pasos, como se ilustra en la Tabla 1.5. El tiempo estimado hasta terminar el establecimiento puede tomar cien días de acuerdo con la línea de tiempo mostrado en la Figura 1.3; para llegar al primer pastoreo deben transcurrir otros 80 días, entre seis y siete meses en total.

Hay que tener en cuenta que algunas labores están sujetas a la realización de otras. Así sucede con los resultados de los análisis de las muestras de suelo que son fundamentales para conocer la cantidad de enmiendas y correctivos que requiere el suelo para la siembra de forrajes. Los laboratorios que prestan este servicio tardan entre 20 y 30 días para dar los resultados.

Otro periodo de espera tiene lugar entre la incorporación de las enmiendas al suelo y la siembra. En este caso se recomienda dejar transcurrir 50-60 días entre estas dos actividades debido a que los elementos minerales de estos insumos son de lenta solubilidad y debe transcurrir este tiempo para que reaccionen y cumplan la función requerida en el suelo. A pesar de estos períodos de espera, el tiempo total requerido dependerá de la disponibilidad de mano de obra local para realizar el trabajo y la consecución de insumos, de la diligencia del productor para ejecutar las recomendaciones acordadas en el plan de trabajo y de la eficacia en la prestación de la asistencia técnica. En la Tabla 1.5 se presenta el protocolo para el establecimiento detallado que incluye tareas, objetivos, resultados, especificaciones técnicas, tiempo de las actividades y responsable.

Figura 1.3. Línea de tiempo del establecimiento de una hectárea de SSPi para ramoneo en la Orinoquía.

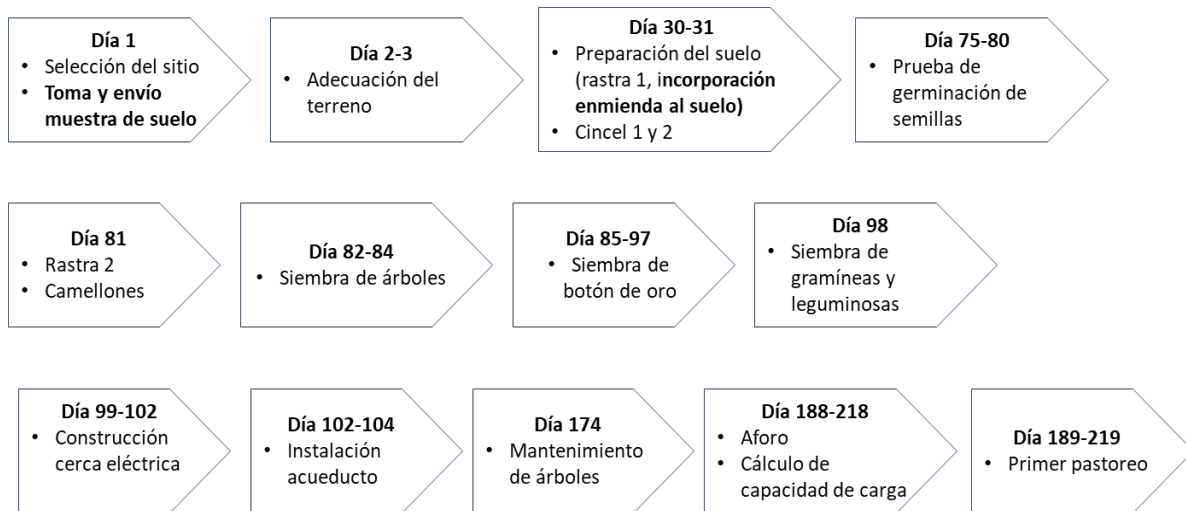


Tabla 1.5. Protocolo para el establecimiento de una hectárea de SSPi para ramoneo en la Orinoquía

Actividad	Tareas	Objetivo	Resultados/Especificaciones técnicas	Días/ jornales*	Responsable
Selección del sitio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seleccionar el sitio del establecimiento ✓ Tomar y enviar muestras de suelo a laboratorio 30 días antes de iniciar la preparación del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar los requerimientos de enmiendas del suelo de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El sitio seleccionado debe presentar buen drenaje y no acumular agua lluvia durante varios días. ✓ Disponer de los resultados del análisis de suelo 	0.5	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantar el polígono del terreno con GPS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Georreferenciar y determinar el área del terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Imprimir el polígono del terreno ubicando los sitios claves (cercas, árboles, quebradas, caminos, etc.) 	0.5	Técnico
Adecuación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sobrepastorear el terreno ✓ Retirar todos objetos que puedan afectar el trabajo de la maquinaria o las labores de establecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Despejar el terreno y exponer obstáculos que interfieran en el trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponer de un grupo de animales para hacer la mayor presión de pastoreo posible, aprovechar el forraje disponible y despejar el terreno ✓ El terreno debe estar listo antes de iniciar la temporada de lluvias 	2	Productor/ técnico
Preparación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar primer pase de rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facilitar la entrada del cincel en el suelo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La mecanización se inicia con un pase de rastra pesada, ojalá de 20 discos. 	2	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posterior a la rastra se esparce la enmienda en el terreno. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicar las enmiendas requeridas al suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las cantidades de elementos sugeridas en las enmiendas para gramíneas introducidas en la Orinoquía se encuentran en los siguientes rangos (Rincón et al, 2021): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 200-300 kg ha⁻¹ • P = 20-30 kg ha⁻¹ • K = 20-30 kg ha⁻¹ • Mg = 20-30 kg ha⁻¹ • S = 20-30 kg ha⁻¹ ✓ Las cantidades y las fuentes de minerales dependerá de los resultados del análisis de suelos. 		Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pase de cincel ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Romper las capas endurecidas del terreno ✓ Incorporar la enmienda. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se hacen dos pases consecutivos de cincel que incorporan la enmienda al suelo ✓ El primer cincel se traza a favor de la pendiente y el segundo se dirige diagonal al primero. ✓ La profundidad de trabajo mínima del cincel deberá ser de 30 cm. 	Productor/ técnico	
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Segundo pase de rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Controlar la proliferación de arvenses y reducir el tamaño de los terrones del suelo. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El segundo pase de rastra se realiza 50 días después de la incorporación de la enmienda. ✓ Aplicar herbicida no selectivo en caso de ser necesario ✓ Si el terreno es arenoso no se debe llevar a cabo la segunda rastra. En este caso se aplica un herbicida para limitar el crecimiento de las plantas acompañantes. 	Productor/ técnico	

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Trazar caballones, camellones o eras ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar que los árboles y arbustos se afecten por el exceso de humedad en el suelo ocasionada por las lluvias. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se construyen camellones o eras (20 – 30 cm de altura) sobre los que se siembran los arbustos y los árboles. ✓ Los caballones o camellones (eras) van dispuestos cada 3 m, en dirección oriente - occidente. 		Productor/ técnico
Plantación de árboles	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hoyado ✓ Siembra árboles ✓ Disponer del 10% adicional de la cantidad inicial sembrada para reposición. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suministrar sombra al ganado. ✓ Generar ingresos por la venta de madera de especies maderables comerciales. ✓ Disponer de una fuente de madera para autoconsumo en el predio. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las franjas de árboles se disponen cada 24 metros. ✓ Cada franja se compone de 3 líneas de árboles. ✓ Los árboles se siembran sobre los camellones a 3,0 m de distancia, en tresbolillo. ✓ La densidad con esta distancia es de 300 árboles ha⁻¹ ✓ Al momento de la siembra se recomienda aplicar 100 gr de micorrizas, 0,5 abono orgánico por árbol y 3 gr de boro. ✓ El abono orgánico se puede reemplazar por 20 gr de fertilizante completo por árbol. ✓ Se sugiere intercalar especies con diferente diámetro de copa, dejando espacio suficiente entre ellas para evitar la competencia por luz solar. ✓ Especies recomendadas: melina <i>Gmelina arborea</i>, acacia <i>Acacia mangium</i>, yopo <i>Piptadenia peregrina</i>, eucalipto <i>Eucalyptus pellita</i>, guayaba <i>Psidium guajava</i>, guamo <i>Inga sp.</i>, abarco <i>Cariniana pyriformis</i> ✓ Hacer resiembra de las plántulas que se pierdan. 	3*	Productor/ técnico
Siembra de arbustos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consecución de semilla sexual o estacas. ✓ En el primer caso se debe construir un germinador dos meses antes de la siembra. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponer de forraje de alta calidad nutricional para ramoneo ✓ Diversificar la oferta de forraje en el sistema 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se necesitan 2,0 kg de semilla sexual de botón de oro. ✓ Por cada kilo de semilla se obtienen en promedio 3000 plántulas. ✓ A los 50 días de sembrar la semilla las plántulas de botón de oro están listas para trasplantar y sembrar. ✓ Para evitar el estrés del trasplante se elimina la parte apical. ✓ Si se usan estacas se deben plantar dos por cada sitio de siembra. ✓ Las estacas deben tener tres yemas. ✓ Las franjas de arbustos asociados a gramíneas y leguminosas herbáceas se componen de 9 surcos de botón de oro. ✓ La distancia de siembra de botón de oro es de 0,6 m entre plantas. ✓ La densidad del sistema es de 4500 plantas ha⁻¹ ✓ Resembrar las plantas perdidas. 	12*	Productor/ técnico
Siembra gramíneas y leguminosas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consecución de semillas de gramíneas y leguminosas certificadas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Asociar gramíneas y leguminosas seleccionadas en el primer estrato del sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar prueba de germinación a pastos y leguminosas dos o tres semanas antes de la siembra. ✓ Mezclar 4 – 5 kg de semillas de gramíneas y 2 kg de leguminosas por hectárea. ✓ Aplicar insecticida a la semilla antes de la siembra. 	1*	Productor/ técnico

		<ul style="list-style-type: none"> ✓ Reducir los requerimientos de fertilización nitrogenada al asociar leguminosas adaptadas a la región. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La siembra se puede hacer manual, con sembradora manual o mecánica. ✓ Las semillas se deben dirigir a los callejones entre los arbustos. ✓ Tapar la semilla con ramas (incrementa la germinación). ✓ Las gramíneas disponibles en la región son <i>Brachiaria humidicola</i>, <i>Urochloa decumbens</i>, <i>U. dictyoneura</i>, <i>B. brizantha</i> cultivares Toledo, Mulato, Marandú, Xaraes. ✓ Las leguminosas más comunes son Kudzú <i>Pueraria phaseoloides</i>, maní forrajero <i>Arachis pintoi</i>. 		
Construcción de cerca eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hoyado para postes ✓ Instalación de postes y alambre ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Maximizar el aprovechamiento del forraje disponible. ✓ Proteger las franjas de árboles. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las cercas se construyen con dos hilos de alambre y postes dispuestos cada 10 o 15 metros, dependiendo de la pendiente del terreno. ✓ Las cercas se construyen a ambos lados de las franjas de árboles. ✓ Se necesitan 2 rollos de alambre de 25 kilos Calibre 14 y 66 postes. ✓ Se sugiere usar postes metálicos y varilla de hierro corrugada de ½”. ✓ El orden de disposición en la cerca es de un poste y dos varillas. ✓ La cantidad de accesorios como tensores, aisladores, alambre aislado y alambre dulce para amarre dependerá de la disposición de la cerca en el campo y la topografía del terreno. 	4*	Productor/ técnico
Instalación acueducto ganadero	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Localización de toma de agua ✓ Distribución e instalación de mangueras de conducción ✓ Instalación de tanque reservorio, bebedero móvil 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ofrecer agua al ganado en el sitio de pastoreo de manera permanente. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para una hectárea se requieren los siguientes elementos básicos: <ul style="list-style-type: none"> • 125 m de manguera de ¾” • 75 m de manguera de 1/2” • 2 hidrantes de ½” • 2 reducciones de ¾” a ½” • 1 llave de paso de ½” • 1 bebedero de 250 litros (presta servicio hasta 10 ha) • 1 tanque reservorio de 1000 litros ✓ La instalación de la manguera de conducción de agua se hace dentro de las franjas de árboles, en paralelo a las cercas de protección. 	3*	Productor/ técnico
Primer pastoreo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aforo de forraje disponible ✓ Cálculo de la capacidad de carga 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar la capacidad de carga del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El aforo incluye el forraje de las gramíneas, leguminosas y arbustos. ✓ Calcular la capacidad de carga ✓ El primer pastoreo se debe hacer con animales livianos. ✓ Revisar el correcto funcionamiento de la cerca eléctrica. 	0.5*	Productor/ técnico

<p>Mantenimiento de árboles para el primer año</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Control hormiga arriera y otros insectos dañinos ✓ Plateo o control de arvenses ✓ Fertilización ✓ Podas de formación ✓ Control fitosanitario 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Minimizar el daño ocasionado por insectos dañinos al sistema. ✓ Estimular y dirigir el crecimiento de los árboles plantados. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ejercer vigilancia permanente de la incidencia de hormiga arriera y otros insectos dañinos. Para cada especie existen productos específicos y se deben seguir las recomendaciones de uso. ✓ Plateo o control de arvenses alrededor de cada árbol dos o tres veces durante el primer año de establecimiento. ✓ Fertilización a los tres y seis meses después de la siembra: 20 gr de fertilizante completo o ½ kg de abono orgánico. ✓ Podas de formación: eliminar tallos bifurcados y ramas bajas. 	<p>7*</p>	<p>Productor</p>
<p>Mantenimiento de praderas cada año</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fertilización ✓ Aforo de forraje y ajuste de la carga animal. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener la productividad y persistencia de los forrajes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La fertilización de mantenimiento se debe hacer cada año. ✓ Para suelos oxisoles de la Orinoquía se sugieren estas cantidades (Agrosavia): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 18 kg ha⁻¹ • P = 20 kg ha⁻¹ • K = 18 kg ha⁻¹ • Mg = 20 kg ha⁻¹ • S = 30 kg ha⁻¹ • N = 110 kg ha⁻¹ ✓ Las cantidades mencionadas sólo son de referencia y se deben modificar según los resultados de análisis de suelo del sitio de trabajo. ✓ Hacer aforo del forraje disponible en época de lluvias y en época seca. ✓ Ajustar la carga animal en cada época del año. ✓ Hacer podas al botón de oro cada dos o tres pastoreos para uniformizar la altura de la planta y estimular el rebrote del follaje. ✓ Revisar el estado de las cercas antes de entrar el ganado a las franjas de pastoreo. 	<p>2*</p>	<p>Productor/ técnico</p>



Foto 1. Corte o poda de la parte aérea de plántulas de botón de oro para disminuir el estrés en el trasplante.



Foto 2. Prueba de germinación de semilla de *B. brizantha* sobre cuadrícula en papel húmedo.



Foto 3. Cerca eléctrica construida con varillas de hierro y postes metálicos.



Foto 4. Poda del botón de oro luego de salir los animales de la franja de pastoreo para uniformizar la altura de las plantas.



Foto 5. SSPi B. de oro, pastos mejorados y árboles con 18 meses de establecidos en la finca Buenavista, Acacias, Meta.



Foto 6. SSPi en rotación con cerca eléctrica y bebedero móvil, finca Palmarito, El Retorno, Guaviare

1.5 Costos de establecimiento

En la tabla 1.6 se presentan los costos de establecimiento de una hectárea para SSPi para ramoneo en la Orinoquía. Dichos costos fueron obtenidos a través de tres fuentes: 1) listado de costos de insumos y factores de la producción agropecuaria - agosto 2022 del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del sector agropecuario SIPSA para la región de la Orinoquía, 2) los costos de promedios anuales del 2022 de almacenes regionales y nacionales y 3) los costos estimados y obtenidos en el proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible de los años 2018 a 2020 y fincas demostrativas de CIPAV.

En general, los costos de establecimiento para un SSPi para ramoneo en la región de la Orinoquía se pueden agrupar en 7 componentes:

1. Adecuación y preparación de suelos o adecuación del terreno
2. Establecimiento o siembra de gramíneas y leguminosas
3. Plantación de árboles y arbustos
4. División de potreros con franjas (construcción de cerca eléctrica)
5. Instalación de acueducto ganadero
6. Resiembra de árboles
7. Otros costos

Cada rubro incluye actividades e insumos para la implementación de las tecnologías seleccionadas. El costo de los jornales (mano de obra) se realizó teniendo en cuenta el artículo 134 del código sustantivo del trabajo y los respectivos conceptos de prestaciones sociales liquidados sobre los días trabajados y a su vez obteniendo el número de horas trabajadas al mes. Para efectos del cálculo se realizó la base sobre mes igual a 30 días y jornadas de 8 horas diarias. Es así como se determinó que la hora/jornal equivale a 5.000 COP aproximadamente.

Tabla 1.6. Costos de referencia para establecer una hectárea en SSPi para ramoneo

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Adecuación y preparación de suelos o adecuación del terreno					
1.1 Materiales e insumos					
Análisis de suelo	Muestra	1	125.000,00	125.000,00	30,46
Mecanización con rastra de discos	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Mecanización con arado de cincel	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Mecanización con caballoneador	servicio/ha	1	120.000,00	120.000,00	29,24
Herbicida glifosato	Galón	1	55.274,40	55.274,40	13,47
1.2 Enmiendas					
Cal dolomita	kg	500	304,00	152.000,00	37,03
Yeso agrícola	kg	150	800,00	120.000,00	29,24
Cloruro de potasio	kg	50	5.180,00	259.000,00	63,10
1.3 Mano de obra para adecuación y preparación de suelos					

Aplicación herbicida	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Aplicación enmienda	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Sub-total				1.431.274,40	348,72
2. Siembra gramíneas y leguminosas					
2.1 Materiales e insumos					
Semilla gramíneas brachiaria decumbens	kg	3	43.000,00	129.000,00	31,43
Semilla gramíneas brizantha marandú	kg	3	46.000,00	138.000,00	33,62
Semilla leguminosas kudzú	kg	2	61.000,00	122.000,00	29,72
Insecticidas (Atta Kill)	kg	1	18.000,00	18.000,00	4,39
Insecticidas para semilla gramíneas (Lorsban)	Litro	0,5	51.000,00	25.500,00	6,21
2.2 Mano de obra siembra de gramíneas y leguminosas					
Trazado de franjas de árboles	Jornal	0,5	60.000,00	30.000,00	7,31
Siembra de gramíneas y leguminosa	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Sub-total				522.500,00	127,31
3. Plantación de árboles y arbustos					
3.1 Materiales e insumos					
Plántulas de botón de oro + resiembra	Unidad	5000	90,00	450.000,00	109,64
Plantula - Árbol	Unidad	300	1.500,00	450.000,00	109,64
Abono organico (Rumicompost) * 40 kilos	Bulto	3,75	20.000,00	75.000,00	18,27
Fertilizante foliar	Litro	0,2	23.000,00	4.600,00	1,12
Fertilizante NPK (10-30-10, 15-15-15)	Kilogramo	6	4.880,00	29.280,00	7,13
Micorrizas	Bulto	0,75	80.000,00	60.000,00	14,62
Boro	Kilogramo	1,29	17.000,00	21.930,00	5,34
3.2 Mano de obra para siembra de material vegetal					
Siembra de árboles	Jornal	3	60.000,00	180.000,00	43,86
Siembra de arbustos	Jornal	8	60.000,00	480.000,00	116,95
Sub-total				1.750.810,00	426,58
4. División de potreros con franjas					
4.1 Materiales e insumos - Cerca eléctrica + Accesorios					
Alambre galvanizado C-14 Rollo x 25 Kg CE 1070	Rollo	1,76	315.000,00	554.400,00	135,08
Cable Aislado Rollo x 50 m	Rollo	0,25	40.000,00	10.000,00	2,44
Manguera aisladora	Rollo	0,25	18.000,00	4.500,00	1,10
Alambre dulce (amarre)	Rollo	0,5	10.000,00	5.000,00	1,22
Aislador pivote +clavo	Unidad	133	264,00	35.200,00	8,58
Tensores Galv/Caliente P Rojo Durespo	Unidad	16	5.500,00	88.000,00	21,44

Aislador terminal pera amarillo durespo	Unidad	28	780,00	21.840,00	5,32
Manigueta portillo amarilla	Unidad	2	6.000,00	12.000,00	2,92
Poste de metálico (de acero)	Unidad	22	33.000,00	733.333,33	178,67
Varilla de 1/2" de hierro corrugada	Unidad	44	9.333,33	414.814,81	101,07
Grapa larga 1 1/4 x 1000 gr	kg	0,25	12.000,00	3.000,00	0,73
4.2 Materiales e insumos Impulsor + Accesorios					
Desviador de Rayos - Super Fox	Unidad	1	34.000,00	34.000,00	8,28
Cuchilla Doble tiro Conmut-Lhaura	Unidad	1	20.000,00	20.000,00	4,87
Alambre de cobre No. 8 (rollo x 100 m)	metro	20	5.000,00	100.000,00	24,36
Varilla Cooperweld 1.8 + Conector Durespo	Unidad	6	27.000,00	162.000,00	39,47
Interruptor sectorizador Lhaura amarillo	Unidad	2	15.000,00	30.000,00	7,31
Cinta eléctrica ultra blue 13 MM X 200 m S. Fox	Rollo	1	68.000,00	68.000,00	16,57
4.3 Mano de obra instalación de Cerca eléctrica + Accesorios y Impulsor + Accesorios					
Instalación de cerco eléctrico	Jornal	3	60.000,00	180.000,00	43,86
Sub-total				2.476.088,15	603,29
5. Instalación de acueducto ganadero					
5.1 Materiales e insumos Acueducto ganadero + Accesorios					
Tanque bebedero 250 + flotador	Unidad	1	230.000,00	46.000,00	11,21
Manguera de 3/4" calibre 60 * 100m	Rollo	1,2	132.000,00	158.400,00	38,59
Manguera de 1/2" calibre 60 * 100m	Rollo	0,7	220.000,00	154.000,00	37,52
Llave de paso de 1" naranja rosca	Unidad	1	25.000,00	25.000,00	6,09
Abrazadera de 1 1/4	Unidad	4	2.000,00	8.000,00	1,95
Abrazadera de 3/4	Unidad	4	2.000,00	8.000,00	1,95
T con reducción de 3/4 a 1/2"	Unidad	1	14.000,00	14.000,00	3,41
Hidrante 1/2" para riego	Unidad	1	20.000,00	20.000,00	4,87
Bayoneta 3/4" para hidrante	Unidad	1	5.000	5.000	1,22
Manguera de 1/2" jardín presión 150 psi	Metro	20	850	17.000	4,14
Tanque de 1000L conico negro	Unidad	1	550.000	55.000	13,40
Tubo presión de 1/2" * 6 metros	Unidad	0,5	25.000	12.500	3,05
Pegante PVC 1/16	Global	1	30.000	30.000	7,31
5.2 Mano de obra para Acueducto ganadero + Accesorios					
Instalación de acueducto ganadero	Jornal	3	60.000	180.000	43,86
Sub-total				732.900	178,57

6. Resiembra de árboles					
6.1 Materiales e insumos					
Plantula - Árbol -10% resiembra	Árbol	30	1.500	45.000	10,96
Fertilizante NPK 10-30-10	Kilogramo	1,2	4.880	5.856	1,43
6.2 Mano de obra					
Plateo y fertilización	Jornal	7	60.000	420.000	102,33
Sub-total				470.856	114,72
7. Otros costos					
7.1 Equipo - Maquinaria - Herramientas					
Palin	Unidad	1	22.000	2.200	0,54
Machete	Unidad	1	30.000	3.000	0,73
Lima	Caja	1	15.000	15.000	3,65
Ahoyadora	Unidad	1	65.000	13.000	3,17
Alicate	Unidad	1	15.000	15.000	3,65
Tijeras podar	Unidad	1	35.000	7.000	1,71
Guantes nitrilo	Par	2	16.000	6.400	1,56
Boquillas de aplicación agroquímicos	Unidad	1	10.000	2.000	0,49
Kit aplicación agroquímicos	Unidad	1	95.000	9.500	2,31
Sub-total				73.100,00	17,81
7.2 Transporte					
Transporte (6%)	Global	1		447.451,71	109,02
TOTAL				7.904.980,26	1.926,02

Los costos de establecimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

1.5.1 Consideraciones en la estimación de costos de establecimiento:

El arreglo planteado para el sistema silvopastoril intensivo se compone de botón de oro, pastos introducidos y árboles nativos e introducidos. Las cantidades de material vegetativo incluidas en el presupuesto incluyen el 10% correspondiente a la mortalidad esperada en árboles y arbustos. Los procesos de mecanización del suelo dependen de la estructura del suelo (1 o 2 servicios). Las enmiendas y/o correctivos del suelo dependerán de los resultados del análisis de suelos y generalmente son usados para regular el pH. Para esta práctica se sugiere el uso de Cal dolomita, Yeso agrícola y Cloruro de potasio. El herbicida sugerido se emplea a razón de 1 a 1.5 litros por hectárea, por esto el cálculo final se hace para 5 hectáreas. En mano de obra se estiman 2 jornales para la aplicación de enmiendas y herbicidas no selectivos.

El material forrajero comprende la mezcla de 2 tipos de pastos introducidos (*Brachiaria decumbens* y *Brizanta marandú*), y semilla sexual de la leguminosa Kudzu. Para el control de la hormiga arriera, se empleará el producto AttaKill el cual es un cebo granulado de ingestión. Dicho producto ya ha sido probado en sistemas silvopastoriles con resultados positivos. La

mano de obra se requiere para el trazado de árboles, que básicamente hace alusión a la densidad y forma en la cual se establecerá el material arbóreo. Se tiene contemplado 1.5 jornales por siembra de pastos introducidos (generalmente al voleo) y leguminosas (Kudzu).

La siembra de árboles considera el material vegetal arbustivo (botón de oro) el cual será adquirido teniendo en cuenta el índice de mortalidad que generalmente es del 10%. De igual forma, la adquisición de especies arbóreas (nativas e introducidas) y dependerá del tipo de suelo (resultado de análisis de suelo) así como el material disponible en los viveros. El abono orgánico, se utilizará para combinar el suelo original con material compostado con mayores niveles de materia orgánica, lo cual es muy conveniente en los primeros estados de las plantas para mejorar la calidad de sistema radicular y permitir la optimización de la capacidad de infiltración. Dicho componente está constituido comúnmente por residuos orgánicos de origen animal (bovinaza, gallinaza, lombricomposta, etc.). Los fertilizantes son usados como suplementos para la planta y el suelo que permiten optimizar el crecimiento y obtener nutrientes con mayor facilidad. Las micorrizas y el boro facilitan la creación de nuevas yemas y mejor desarrollo del sistema radicular.

Para optimizar el sistema se incluye la división de potreros con cercado eléctrico con todos sus componentes. Alambre galvanizado calibre 14, el cual es comúnmente usado para delimitar el sistema a través de postes. Cable y manguera aisladora la cual cumple la función de “aislar” el alambre galvanizado que va sobre postes. Los aisladores sirven para aislar el cable que va sobre los postes y a su vez sobre la manguera aisladora. De acuerdo con la preferencia se utilizarán postes de madera o metálicos, sin embargo, los postes metálicos son de fácil instalación y mayor durabilidad, lo que conlleva a la reducción de costos en la línea de tiempo. El cálculo para la obtención de varilla de 1/2" de hierro corrugada de 6 metros de longitud se obtienen 3 porciones de 2 m de largo, dimensión suficiente para el montaje.

Los accesorios para la instalación del sistema eléctrico incluyen, entre otros, desviador de rayos que como su palabra lo indica, se utiliza para prevenir daños por descargas eléctricas durante las tormentas. La cuchilla doble tiro sirve para encender o apagar el circuito y se usa para interrumpir la corriente en la cerca cuando hay tormentas o para dirigir la corriente a algún área específica de la cerca.

El sistema de varillas *cooperweld* se usa como polo a tierra entre el circuito y las descargas del cercado. Para la división entre potreros se utilizará la cinta eléctrica la cual es dinámica ya que permite mover la división de acuerdo con los requerimientos. Los sistemas eléctricos generalmente son calculados hasta para 10 Ha dependiendo del amperaje y los Joules de potencia del impulsor. Se tiene contemplado 3 jornales para instalación y adecuación de sistema eléctrico.

El acueducto ganadero tiene en cuenta que el tanque bebedero cubre los requerimientos del ganado hasta para 5 hectáreas y el tanque de almacenamiento de 1000 litros para 10 hectáreas. Es un sistema simple que se complementa con mangueras y sus accesorios, que básicamente llevan líquido hacia los tanques bebederos. Generalmente los tanques bebederos son móviles y a medida que se va rotando el ganado se va moviendo. El sistema hidráulico lo complementan

las diferentes abrazaderas, llaves de paso, hidrantes, entre otros. Los jornales contemplados para la instalación del sistema de acueducto son 3.

Al momento de sembrar el material vegetal arbóreo, se debe realizar la labor de mantenimiento del sitio contemplando la resiembra por mortalidad del 10%. De igual manera se realizará un plan de fertilización equivalente a adicionar entre 20 y 30 gramos de compuesto 10-30-10 (NPK) para que la plántula pueda tener las condiciones necesarias para su óptimo desarrollo durante los primeros 3 meses. Los jornales contemplados para la adecuación y mantenimiento de material arbóreo son de 7.

Para poder llevar a cabo la correcta instalación de todos los componentes del sistema silvopastoril se hará necesario la adquisición de herramientas básicas y equipos de protección personal para la aplicación de agroquímicos y demás. Dicho kit para la aplicación de agroquímicos comprende entre otros (Escafandra, tapabocas, gafas, guantes, camisa, pantalón). De igual forma se tiene contemplado un costo de transporte del 6% de los costos totales y el cual dependerá de factores como distancia, territorio, tipo de carretera, entre otros.

1.6 Costo de mantenimiento

En la Tabla 1.7 se presentan los costos de mantenimiento anual de una hectárea de SSPi para ramoneo. Estos costos incluyen aplicación de fertilizantes y la mano de obra requerida para su aplicación y el mantenimiento de las cercas y acueducto. Los fertilizantes y las cantidades sólo son de referencia y están sujetas a los resultados de análisis de suelo del sitio de trabajo.

Tabla 1.7. Costos de mantenimiento de una hectárea de SSPi para ramoneo

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Materiales e insumos					
Fosfato diamónico (DAP)	kg	100	5.120,00	512.000,00	124,75
Sulpomag	kg	100	4.200,00	420.000,00	102,33
Sulcamag	kg	100	1.380,00	138.000,00	33,62
Urea	kg	200	5.100,00	1.020.000,00	248,52
2. Mano de obra					
Fertilización	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Mantenimiento de cercas	Jornal	0,5	60.000,00	30.000,00	7,31
TOTAL				2.240.000,00	545,77

Los costos de mantenimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

1.7 Bibliografía de referencia

AGROSAVIA. Estrategias de manejo de pastoreo en el Piedemonte llanero para sistemas intensivos de producción de carne. Productos y servicios.

<https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnologica/0560-estrategias->

[de-manejo-de-pastoreo-en-el-piedemonte-llanero-para-sistemas-intensivos-de-produccion-de-carne](#)

CIPAV, 2009. Módulo sistemas silvopastoriles. Núcleos Municipales de Extensión y Mejoramiento para Pequeños Ganaderos, Asistegan. Federación Colombiana de Ganaderos – FEDEGAN – FNG. <https://es.slideshare.net/Fedegan/sistemas-silvopastoriles-cc>

Rincón, A; Bueno, G., Álvarez, M., Pardo, O. Pérez, Otoniel., Caicedo, S. 2010. Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos. Colombia. Corpoica. 252 p.

Rincón Castillo, A., Peters, M., Pérez López, O., Pardo Barbosa, Ó., Cerinza Murcia, Ó. J., Villalobos Bermúdez, M. A., Sotelo Cabrera, M. E., Stefan Burkart, S., & Enciso Valencia, K. J. 2022. Pasto Agrosavia Caporal (*Urochloa brizantha* ciat 26124). Gramínea forrajera de buena calidad nutritiva para los sistemas ganaderos de la Orinoquía colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405187>

2. Pastos introducidos + pastoreo rotacional (posición 2 en el ranking)

2.1 Descripción de la práctica o tecnología

Los pastos introducidos (forrajes mejorados de gramíneas o leguminosas), son un ejemplo apropiado de tecnologías climáticamente inteligentes, ya que aumentan la productividad de los sistemas ganaderos y compensan en alguna medida las pérdidas de rendimiento de las praderas relacionadas con el cambio climático. Los forrajes tropicales cuando se manejan adecuadamente, por ejemplo, en un esquema de pastoreo rotacional, acumulan altas cantidades de carbono en el suelo, contribuyen a mantener la cobertura del suelo, a reducir el riesgo de erosión, a fijar nitrógeno atmosférico (leguminosas), a inhibir la nitrificación del suelo y a reducir las emisiones de GEI (Teutscherová, et al 2021).

A diferencia del pastoreo continuo en la región de la Orinoquía colombiana, el pastoreo rotacional es una práctica que se implementa generalmente junto a la introducción de pasturas mejoradas. En el pastoreo rotacional, grandes áreas de pastizales son divididas en múltiples potreros, se fijan periodos de ingreso y salida de un potrero a partir de la oferta de forraje y se consigue mayor carga animal a la que comúnmente se registra en un manejo tradicional. Además, la correcta administración de los pastos asociada al ajuste de la intensidad de pastoreo y a la oferta de forraje, prolonga la persistencia de las praderas, el nivel de producción por animal y por unidad de área (Teutscherová, et al 2021; Costa et al, 2021).

En los últimos 10 años, algunos predios ganaderos en la región de la Orinoquía han implementado estas tecnologías con resultados exitosos. En los sistemas de producción que se adopta esta tecnología existe una alta posibilidad de acumular más carbono que bajo un manejo tradicional (por ejemplo, manejo del pastoreo extensivo), especialmente en la capa superficial del suelo. Esto se atribuye a la mayor producción de forraje de los pastos introducidos y a la deposición de estiércol y orín del ganado (Villegas et al 2022).

En la Figura 2.1 se representa una hectárea de pastos introducidos con los componentes necesarios para instaurar un programa rotacional de praderas con cerca eléctrica y acueducto ganadero.

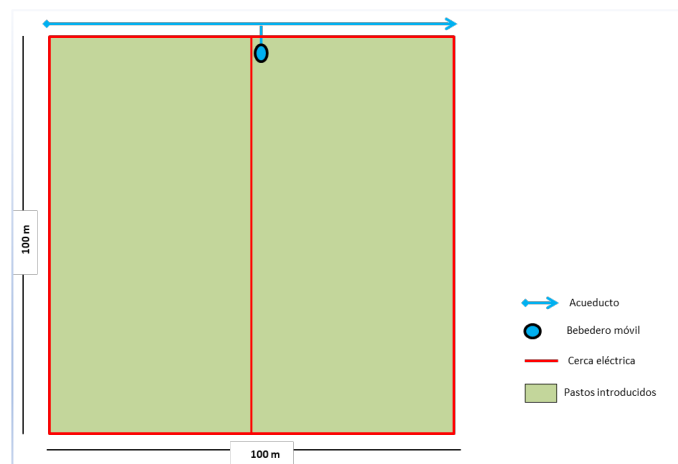


Figura 2.1. Esquema para una hectárea de pastos introducidos con división de potreros (0,5 ha por rotación) y acueducto ganadero.

2.2 Aplicabilidad de la práctica o tecnología

En la Tabla 2.1 se describen las zonas agroecológicas y el tipo de ganadería donde es posible implementar pasturas introducidas + pastoreo rotacional en la Orinoquía colombiana.

Tabla 2.1 Aplicabilidad de las pasturas introducidas + pastoreo rotacional según la zona agroecológica y el sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Pastos introducidos + pastoreo rotacional	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

2.3 Desempeño de la práctica o tecnología

En la Tabla 2.2 se muestran los indicadores *CSCR* identificados para la tecnología pasturas introducidas y pastoreo rotacional, enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad de la tecnología (percepción del productor).

Tabla 2.2 Indicadores *CSCR* en pasturas introducidas + pastoreo rotacional en piedemonte llanero.

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	2,2	UA/ha
	Ganancia de peso	0,6	kg/día
	Tiempo de evidencia	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	198	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	89	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	6575	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	3843	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	4.978.191 (1.212,92)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	2.240.000,00 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2,6	-
	Nivel de interés	2,9	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y

mantenimiento son presentados en pesos colombianos y en paréntesis el valor de la TRM. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés son: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: para una práctica de interés intermedio y >3: alto interés.

El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se dió de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

Las sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica de las pasturas introducidas con un manejo del pastoreo rotacional se puede visualizar mediante el gráfico de radar de la Figura 2.2.

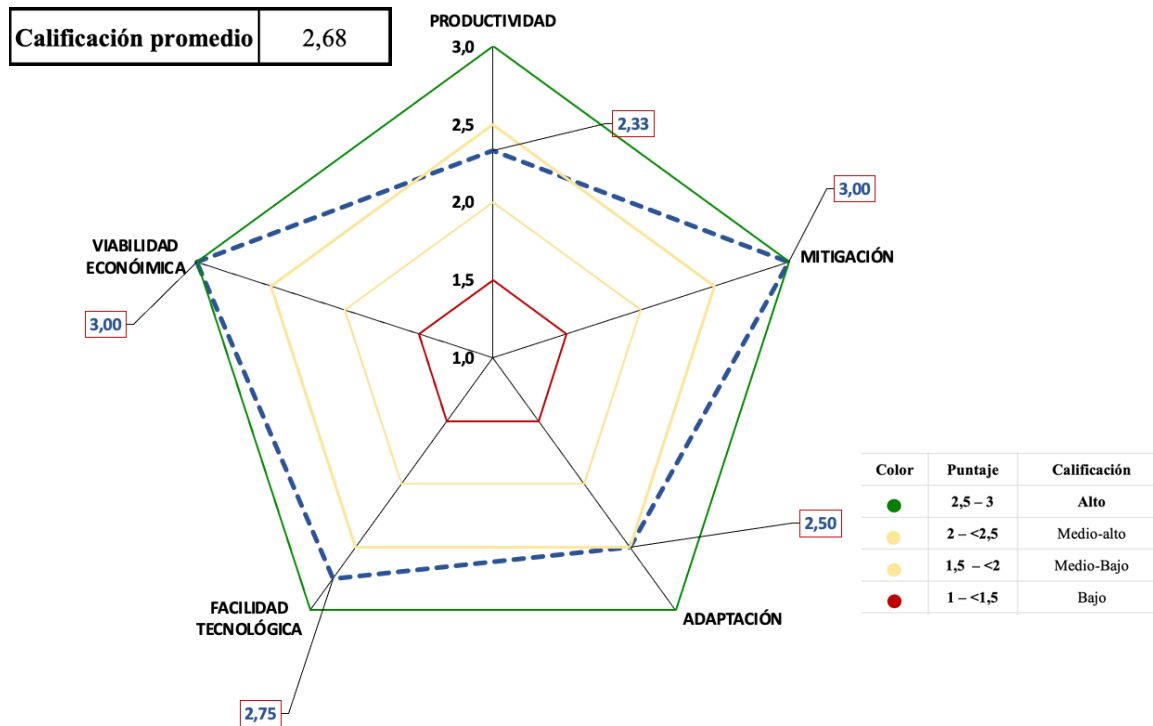


Figura 2.2 Desempeño de la introducción de pastos con manejo del pastoreo rotacional

El polígono de desempeño de la tecnología introducción de pasturas combinado con prácticas de manejo del pastoreo rotacional muestra que esta es una opción de impacto medio-alto para los pilares productividad, adaptación a la variabilidad climática y facilidad de la tecnología, además de alto desempeño para los pilares viabilidad económica y mitigación, indicando alto potencial de mitigar las emisiones de carbono de los sistemas de producción ganaderos (Figura 2.2). De acuerdo con el ranking la introducción de pastos con un manejo del pastoreo rotacional ocupó la segunda posición con una calificación promedio de 2,68 sugiriendo que es una tecnología con alto potencial para ser implementada en futuros estudios piloto en la región de la Orinoquía.

2.4 Protocolo de establecimiento de la práctica o tecnología

El establecimiento de pastos introducidos con rotación del pastoreo implica, además de la siembra, la construcción de cercas para dividir potreros y la instalación de un sistema de distribución de agua para el ganado. Estas adecuaciones requieren el cumplimiento de las actividades descritas en la Tabla 2,4. El tiempo estimado para llevar a cabo todas las labores descritas en una hectárea de terreno toma alrededor de 17 días efectivos. Sin embargo, todas las labores no se hacen de manera consecutiva y pueden transcurrir casi tres meses hasta finalizar el trabajo, Figura 2.3.

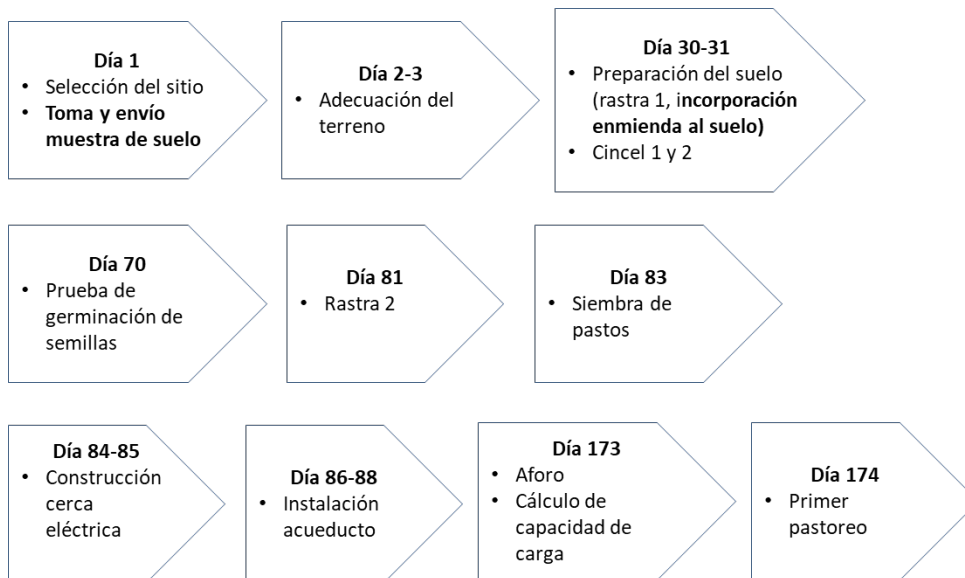


Figura 2.3. Línea de tiempo para el establecimiento de una hectárea de pastos introducidos con rotaciones en la Orinoquía.

Tabla 2.4. Protocolo para el establecimiento de una hectárea de pastos introducidos con rotaciones en la Orinoquía

Actividad	Tareas	Objetivo	Resultados/Especificaciones técnicas	Días/ jornales*	Responsable
Selección del sitio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seleccionar el sitio del establecimiento ✓ Tomar y enviar muestras de suelo a laboratorio 30 días antes de iniciar la preparación del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar los requerimientos de enmiendas del suelo de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El sitio seleccionado debe presentar buen drenaje y no acumular agua lluvia durante varios días. ✓ Disponer de los resultados del análisis de suelo 	0.25	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantar el polígono del terreno con GPS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Georreferenciar y determinar el área del terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Imprimir el polígono del terreno ubicando los sitios claves (cercas, árboles, quebradas, caminos, etc.) 	0.25	Técnico
Adecuación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sobrepastorear el terreno ✓ Retirar todos objetos que puedan afectar el trabajo de la maquinaria o las labores de establecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Despejar el terreno y exponer obstáculos que interfieran en el trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponer de un grupo de animales para hacer la mayor presión de pastoreo posible, aprovechar el forraje disponible y despejar el terreno ✓ El terreno debe estar listo antes de iniciar la temporada de lluvias 	2*	Productor/ técnico
Preparación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar primer pase de rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facilitar la entrada del cincel en el suelo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La mecanización se inicia con un pase de rastra pesada, ojalá de 20 discos. 	2	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posterior a la rastra se esparce la enmienda en el terreno. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicar las enmiendas requeridas al suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las cantidades sugeridas de elementos en las enmiendas para la siembra de gramíneas introducidas en la Orinoquía se encuentran en los siguientes rangos (Rincón et al, 2022): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 200-300 kg ha⁻¹ • P = 20-30 kg ha⁻¹ • K = 20-30 kg ha⁻¹ • Mg = 20-30 kg ha⁻¹ • S = 20-30 kg ha⁻¹ ✓ Las cantidades y las fuentes de minerales dependerá de los resultados del análisis de suelos. 		Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pase de cincel ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Romper las capas endurecidas del terreno ✓ Incorporar la enmienda. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se hacen dos pases consecutivos de cincel que incorporan la enmienda al suelo ✓ El primer cincel se traza a favor de la pendiente y el segundo se dirige diagonal al primero. ✓ La profundidad de trabajo mínima del cincel deberá ser de 30 cm. 	Productor/ técnico	
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Segundo pase de rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Controlar la proliferación de arvenses y reducir el tamaño de los terrones del suelo. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El segundo pase de rastra se realiza 50 días después de la incorporación de la enmienda. ✓ Aplicar herbicida no selectivo en caso de ser necesario 	Productor/ técnico	

			<ul style="list-style-type: none"> ✓ Si el terreno es arenoso no se debe llevar a cabo la segunda rastra. En este caso se aplica un herbicida para limitar el crecimiento de las plantas acompañantes. 		
Siembra de pastos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consecución de semillas de gramíneas certificadas. ✓ Prueba de germinación. ✓ Siembra de pastos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer una pradera con la mayor cobertura y persistencia posible. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar prueba de germinación a la semilla de pasto dos o tres semanas antes de la siembra. ✓ Una vez se ratifica que la semilla cumple con las características de germinación y pureza que garantiza la casa distribuidora del material, se procede a sembrar. ✓ Mezclar entre 6 y 5 kg de semillas de gramíneas por hectárea, dependiendo de la variedad o especie. ✓ Aplicar insecticida a la semilla antes de la siembra. ✓ La semilla se debe esparcir de manera uniforme en todo el lote. ✓ La siembra se puede hacer manual, con sembradora manual o mecánica. ✓ Tapar la semilla con ramas (incrementa la germinación). ✓ Las gramíneas disponibles en la región son <i>Brachiaria humidicola</i>, <i>Urochloa decumbens</i>, <i>U. dictyoneura</i>, <i>B. brizantha</i> cultivares Toledo, Mulato, Marandú, Xaraes. ✓ Las leguminosas más comunes son Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>), maní forrajero (<i>Arachis pintoi</i>). ✓ Mezclar dos o más variedades de pastos que tengan hábito de crecimiento diferente: unas de crecimiento erecto con otras con tendencia a ser rastreras. 	1*	Productor/ técnico
			<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es necesario controlar las especies acompañantes de hoja ancha y gramíneas no deseadas durante los dos primeros meses de la siembra. 	4*	
Construcción de cerca eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hoyado para postes ✓ Instalación de postes y alambre ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cercar las áreas de pastoreo para controlar el movimiento del ganado. ✓ Maximizar el aprovechamiento del forraje disponible. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para una hectárea se construyen dos cercas: una perimetral y otra divide el terreno en dos franjas de 0,5 ha cada uno. ✓ Las cercas se construyen con dos hilos de alambre y postes dispuestos cada 10 o 15 metros, dependiendo de la pendiente del terreno. ✓ Se sugiere usar postes metálicos y varilla de hierro corrugada de ½". ✓ El orden de disposición en la cerca es de un poste y dos varillas. ✓ La cantidad de accesorios como tensores, aisladores, alambre aislado y alambre dulce para amarre dependerá de la disposición de la cerca en el campo y la topografía del terreno. 	2*	Productor/ técnico

<p>Instalación acueducto ganadero</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Localización de toma de agua ✓ Distribución e instalación de mangueras de conducción ✓ Instalación de tanque reservorio, bebedero móvil 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ofrecer agua al ganado en el sitio de pastoreo de manera permanente. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para una hectárea se propone instalar manguera de polietileno que lleve agua hasta el sitio y un punto de conexión para bebedero móvil. ✓ Se requieren los siguientes elementos básicos: <ul style="list-style-type: none"> • 125 m de manguera de ¾" • 75 m de manguera de 1/2" • 2 hidrantes de ½" • 2 reducciones de ¾" a ½" • 1 llave de paso de ½" • 1 bebedero de 250 litros (presta servicio hasta 10 ha) • 1 tanque reservorio de 1000 litros (presta servicio hasta 10 ha) 	<p>3*</p>	<p>Productor/ técnico</p>
<p>Primer pastoreo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aforo de forraje disponible ✓ Cálculo de la capacidad de carga 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar la capacidad de carga del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aforo del forraje verde disponible en la pradera. ✓ Calcular la capacidad de carga ✓ El primer pastoreo se debe hacer con animales livianos. ✓ Revisar el correcto funcionamiento de la cerca eléctrica. 	<p>0.5*</p>	<p>Productor/ técnico</p>
<p>Mantenimiento de praderas cada año</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fertilización ✓ Aforo de forraje y ajuste de la carga animal. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener la productividad y persistencia de los forrajes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La fertilización de mantenimiento se debe hacer cada año de acuerdo a análisis de suelo. ✓ Para suelos oxisoles de la Orinoquía se sugieren las siguientes cantidades (Rincón et al, 2022): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 18 kg ha⁻¹ • P = 20 kg ha⁻¹ • K = 18 kg ha⁻¹ • Mg = 20 kg ha⁻¹ • S = 30 kg ha⁻¹ • N = 110 kg ha⁻¹ ✓ Las cantidades mencionadas sólo son de referencia y se deben modificar según los resultados de análisis de suelo del sitio de trabajo. ✓ Hacer aforo del forraje disponible en época de lluvias y en época seca. ✓ Ajustar la carga animal en cada época del año. ✓ Vigilar la incidencia de insectos plaga como el mión de los pastos o salvazo (<i>Aeneolamia varia</i>), priorizando el uso de medios mecánicos como sobrepastoreo o aplicando productos biológicos para su control. ✓ El mión de los pastos es considerada la plaga que ocasiona la mayor pérdida económica en los pastos introducidos. 	<p>2*</p>	<p>Productor/ técnico</p>



Foto 1. Montaje de prueba de germinación de semillas.



Foto 2. Etiqueta con información de la semilla.



Foto 3. Invasión de arvenses de hoja ancha dos semas después de la siembra



Foto 4. Pradera con dos meses de siembra

2.5 Costos de establecimiento

El costo de establecimiento de praderas varía de acuerdo con la disponibilidad y consecución de maquinaria, mano de obra e insumos. En la Tabla 2.5 se listan los costos de referencia para el establecimiento y mantenimiento de pasturas introducidas + pastoreo rotacional para la Orinoquía. Dichos costos fueron obtenidos a través de tres fuentes: 1) listado de costos de insumos y factores de la producción agropecuaria - agosto 2022 del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del sector agropecuario SIPSA para la región de la Orinoquía, 2) los costos de promedios anuales del 2022 de almacenes regionales y nacionales y 3) los costos estimados y obtenidos en el proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible de los años 2018 a 2020 y fincas demostrativas de CIPAV.

En general, los costos de establecimiento una hectárea de pasturas introducidas con un método de manejo del pastoreo rotacional en la región de la Orinoquía se puede agrupar en 5 componentes:

1. Adecuación y preparación de suelos o adecuación del terreno
2. Establecimiento de pastos y leguminosas
3. División de potreros con franjas (construcción de cerca eléctrica)
4. Instalación de acueducto ganadero
5. Otros costos

Cada rubro incluye actividades e insumos para la implementación de las tecnologías seleccionadas. El costo de los jornales (mano de obra) se realizó teniendo en cuenta el artículo 134 del código sustantivo del trabajo y los respectivos conceptos de prestaciones sociales liquidados sobre los días trabajados y a su vez obteniendo el número de horas trabajadas al mes. Para efectos del cálculo se realizó la base sobre mes igual a 30 días y jornadas de 8 horas diarias. Es así como se determinó que la hora/jornal equivale a 5.000 COP aproximadamente.

Tabla 2.5. Costos de referencia para establecer una hectárea de pasturas introducidas e implementar un método de pastoreo rotacional

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Adecuación y preparación de suelos o adecuación del terreno					
1.1 Materiales e insumos					
Análisis de suelo	Muestra	1	125.000,00	125.000,00	30,46
Mecanización con rastra de discos	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Mecanización con arado de cincel	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Herbicida glifosato	Galón	1	276.372,00	55.274,40	13,47
1.2 Enmiendas					
Cal dolomita	kg	1000	304,00	304.000,00	74,07
Cloruro de potasio	kg	100	5.180,00	518.000,00	126,21
1.3 Mano de obra para adecuación y preparación de suelos					
Aplicación herbicida	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Aplicación enmienda	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Sub-total				1.662.274,40	405,01
2. Establecimiento de pastos					
2.1 Materiales e insumos					
Semilla gramíneas brachiaria decumbens	kg	5	43.000,00	215.000,00	52,38
Semilla gramíneas brizantha marandú	kg	5	46.000,00	230.000,00	56,04
Insecticidas (Atta Kill)	kg	1	18.000,00	18.000,00	4,39
Insecticidas para semilla gramíneas (Lorsban)	Litro	0,5	51.000,00	25.500,00	6,21
2.2 Mano de obra siembra de pastos					
Siembra de gramíneas y leguminosa	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Sub-total				548.500,00	133,64

3. División de potreros con franjas					
3.1 Materiales e insumos - Cerca eléctrica + Accesorios					
Alambre galvanizado C-14 Rollo x 25 Kg CE 1070	Rollo	1,10	315.000,00	346.500,00	84,42
Cable Aislado Rollo x 50 m	Rollo	0,25	40.000,00	10.000,00	2,44
Manguera aisladora	Rollo	0,25	18.000,00	4.500,00	1,10
Alambre dulce (amarre)	Rollo	0,5	10.000,00	5.000,00	1,22
Aislador pivote +clavo	Unidad	83	264,00	22.000,00	5,36
Tensores Galv/Caliente P Rojo Durespo	Unidad	10	5.500,00	55.000,00	13,40
Aislador terminal pera amarillo durespo	Unidad	18	780,00	14.040,00	3,42
Manigueta portillo amarilla	Unidad	2	6.000,00	12.000,00	2,92
Poste de metálico (de acero)	Unidad	14	33.000,00	458.333,33	111,67
Varilla de 1/2" de hierro corrugada x 2m	Unidad	28	9.333,33	259.259,26	63,17
Grapa larga 1 1/4 x 1000 gr	kg	0,25	12.000,00	3.000,00	0,73
3.2 Materiales e insumos Impulsor + Accesorios					
Desviador de Rayos - Super Fox	Unidad	1	34.000,00	34.000,00	8,28
Cuchilla Doble tiro Conmut-Lhaura	Unidad	1	20.000,00	20.000,00	4,87
Alambre de cobre No. 8 (rollo x 100 m)	metro	20	5.000,00	100.000,00	24,36
Varilla Cooperweld 1.8 + Conector Durespo	Unidad	6	27.000,00	162.000,00	39,47
Interruptor sectorizador Lhaura amarillo	Unidad	2	15.000,00	30.000,00	7,31
Cinta eléctrica ultra blue 13 MM X 200 m S. Fox	Rollo	1	68.000,00	68.000,00	16,57
3.3 Mano de obra instalación de Cerca eléctrica + Accesorios y Impulsor + Accesorios					
Instalación de cerco eléctrico	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Sub-total				1.723.632,59	419,96
4. Instalación de acueducto ganadero					
4.1 Materiales e insumos Acueducto ganadero + Accesorios					
Tanque bebedero 250 + flotador	Unidad	1	230.000,00	46.000,00	11,21
Manguera de 3/4" calibre 60 * 100m	Rollo	1,2	132.000,00	158.400,00	38,59
Manguera de 1/2" calibre 60 * 100m	Rollo	0,5	220.000,00	110.000,00	26,80
Llave de paso de 1" naranja rosca	Unidad	1	25.000,00	25.000,00	6,09
Abrazadera de 1 1/4	Unidad	4	2.000,00	8.000,00	1,95
Abrazadera de 3/4	Unidad	4	2.000,00	8.000,00	1,95
T con reducción de 3/4 a 1/2"	Unidad	1	14.000,00	14.000,00	3,41
Hidrante 1/2" para riego	Unidad	1	20.000,00	20.000,00	4,87
Bayoneta 3/4" para hidrante	Unidad	1	5.000,00	5.000,00	1,22

Manguera de 1/2" jardín presión 150 psi	Metro	20	850,00	17.000,00	4,14
Tanque de 1000L conico negro	Unidad	1	550.000,00	55.000,00	13,40
Tubo presión de 1/2" * 6 metros	Unidad	0,5	25.000,00	12.500,00	3,05
Pegante PVC 1/128	Unidad	1	30.000,00	30.000,00	7,31
4.2 Mano de obra para Acueducto ganadero + Accesorios					
Instalación de acueducto ganadero	Jornal	3	60.000,00	180.000,00	43,86
Sub-total				688.900,00	167,85
5. Otros costos					
5.1 Equipo - Maquinaria - Herramientas					
Palin	Unidad	1	22.000,00	2.200,00	0,54
Machete	Unidad	1	30.000,00	3.000,00	0,73
Lima	Caja	1	15.000,00	15.000,00	3,65
Ahoyadora	Unidad	1	65.000,00	13.000,00	3,17
Alicate	Unidad	1	15.000,00	15.000,00	3,65
Tijeras podar	Unidad	1	35.000,00	7.000,00	1,71
Guantes nitrilo	Par	2	16.000,00	6.400,00	1,56
Boquillas de aplicación agro quimicos	Unidad	1	10.000,00	2.000,00	0,49
Kit aplicación agroquímicos	Unidad	1	95.000,00	9.500,00	2,31
Sub-total				73.100,00	17,81
5.2 Transporte					
Transporte (6%)	Global	1		281.784,42	68,66
TOTAL				4.978.191,41	1.212,92

Los costos de establecimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

2.5.1 Consideraciones en la estimación de costos de establecimiento:

Los pastos introducidos + pastoreo rotacional, incluye la siembra de gramíneas introducidas, la construcción de una cerca para obtener dos divisiones de potrero por hectárea y un sistema de distribución de agua para abrevar al ganado. Los procesos de mecanización del suelo dependen de la estructura del suelo (1 o 2 pases de rastra y arado de cincel). El uso de enmiendas y/o correctivos como Cal dolomita y Cloruro de potasio dependerá de los resultados del análisis de suelos. El herbicida sugerido para el control de arvenses es usado a razón de 1 a 1.5 litros por hectárea. Se consideran 3 jornales para la adecuación y preparación de suelos específicamente en aplicación de enmiendas y herbicidas no selectivos.

Los pastos introducidos a sembrar son *Brachiaria decumbens* y *B. brizantha cv. Marandú*. La siembra de las gramíneas se puede realizar a chorro con sembradora mecánica o al voleo de manera manual. Para el control de la hormiga arriera, se empleará un cebo granulado de ingestión específico para este propósito. Se tiene contemplado 1 jornal para sembrar los pastos (generalmente al voleo) y para la aplicación del insecticida.

La introducción de pastos por hectárea incluye una cerca perimetral y otra que divide el terreno en dos porciones de 0,5 ha. La cerca se construye con alambre energizado Calibre 14, postes metálicos y varilla de hierro corrugado de ½". Para completar el montaje se requieren accesorios como cable aislado, manguera aisladora, alambre dulce, aisladores, tensores, manigueta, varillas y grapas. De igual forma, para el correcto funcionamiento del impulsor y el cercado eléctrico, es necesario la instalación de sus componentes (desviador de rayos, cuchilla doble tiro, alambre de cobre, varillas cooperweld, interruptor, cinta eléctrica, etc.). Los impulsores tienen diferente potencia que se cuantifican en unidades Joules con alcance en kilómetros; para este caso se cotizó un impulsor para 30 km. En la instalación y adecuación de sistema eléctrico se estiman 3 jornales por hectárea.

El acueducto se compone de bebedero con válvula automática para el control del flujo de agua, mangueras de conducción de agua y un tanque de almacenamiento. El tanque bebedero satisface las necesidades de abastecimiento para 5 hectáreas y el tanque de almacenamiento cubre 10 hectáreas. El sistema se completa con accesorios como abrazaderas, llaves de paso, hidrantes, entre otros. Se estiman 3 jornales para la instalación del acueducto.

La correcta instalación de todos los componentes del sistema requiere herramientas manuales y un kit de protección personal para la aplicación de agroquímicos (escafandra, tapabocas, gafas, guantes, camisa, pantalón). Se incluye el costo de transporte que equivale a 6% de los costos totales. Sin embargo, el costo final de este ítem dependerá de la distancia, territorio, tipo de carretera, entre otros, hasta donde sea necesario movilizar los materiales.

2.6 Costo de mantenimiento

En la Tabla 2.6 se presentan los costos de mantenimiento anual de una hectárea de pasturas introducidas + pastoreo rotacional. Estos costos incluyen aplicación de fertilizantes y la mano de obra requerida para su aplicación y el mantenimiento de las cercas eléctricas. Los fertilizantes y las cantidades sólo son de referencia y están sujetas a los resultados de análisis de suelo del sitio de trabajo.

Tabla 2.6. Costos de mantenimiento de una hectárea de pasturas introducidas más pastoreo rotacional

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Materiales e insumos					
Fosfato diamónico (DAP)	kg	100	5.120,00	512.000,00	124,75
Sulpomag	kg	100	4.200,00	420.000,00	102,33
Sulcamag	kg	100	1.380,00	138.000,00	33,62
Urea	kg	200	5.100,00	1.020.000,00	248,52

2 Mano de obra					
Fertilización	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Mantenimiento de cercas	Jornal	0,5	60.000,00	30.000,00	7,31
TOTAL				2.240.000,00	545,77

Los costos de mantenimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

El plan de mantenimiento hace alusión a la fertilización de los pastos a partir del segundo año de establecidos. El Fosfato diamónico adiciona al suelo nitrógeno y fósforo aportando nutrientes primarios. El sulpomag es un sulfato doble de potasio y magnesio de origen natural que se refina en procesos de lavado y refinado. El sulcamag es un sulfato doble de calcio y magnesio enriquecido con fosforo. Las funciones y efectos de estos fertilizantes a las plantas se reflejan en resistencia a las enfermedades, vigorosidad en la planta, beneficia la composición de clorofila y aumenta la aparición de flores y frutos. Finalmente, la urea la es un fertilizante nitrogenado que contribuye al crecimiento de las plantas, ayuda en su nutrición y a mejorar el rendimiento de los cultivos. Los jornales contemplados para el mantenimiento de las praderas son de 2.5.

2.7 Bibliografía de referencia

Costa, C. M., Difante, G. S., Costa, A. B. G., Gurgel, A. L. C., Ferreira Jr, M. A., & Santos, G. T. (2021). Grazing intensity as a management strategy in tropical grasses for beef cattle production: A meta-analysis. *Animal*, 15(4), 100192.

Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Auspiciado por GEF - UK Government y ejecutado por la alianza FEDEGAN, CIPAV, TNC, BANCO MUNDIAL, Fondo Acción.

Rincón Castillo, A., Peters, M., Pérez López, O., Pardo Barbosa, Ó., Cerinza Murcia, Ó. J., Villalobos Bermúdez, M. A., Sotelo Cabrera, M. E., Stefan Burkart, S., & Enciso Valencia, K. J. (2022). Pasto Agrosavia Caporal (*Urochloa brizantha* Ciat 26124). Gramínea forrajera de buena calidad nutritiva para los sistemas ganaderos de la Orinoquía colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405187>

Teutscherová, N., Vázquez, E., Sotelo, M., Villegas, D., Velásquez, N., Baquero, D., ... & Arango, J. (2021). Intensive short-duration rotational grazing is associated with improved soil quality within one year after establishment in Colombia. *Applied Soil Ecology*, 159, 103835.

Villegas DM, Bastidas M, Matiz-Rubio N, Ruden A, Rao IM, Hyman G, Arango J, Baedeker T, Cando L, Ramirez Diaz M, Teillard F, Costa Jr C. 2021. Soil carbon stocks in tropical pasture systems in Colombia's Orinoquía region: supporting readiness for climate finance. CCAFS Info Note. Wageningen, The Netherlands: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CAAFS).



3. Manejo del pastoreo basado en la altura de la pastura (posición 3 en el ranking)

3.1 Descripción de la práctica o tecnología

El éxito productivo de los sistemas de producción ganaderos basados en pasturas, tanto introducidas como nativas) está relacionado con diferentes factores, entre ellos, el manejo adecuado del pastoreo. El manejo del pastoreo se refiere a la gestión que permite un equilibrio entre el crecimiento de la pastura y el rendimiento animal (Allen et al, 2011). En este contexto es clave definir metas de manejo del pastoreo que permitan disponer de forraje, en cantidad y calidad, que satisfaga los requerimientos de mantenimiento de los animales en pastoreo y mejore su desempeño, y al mismo tiempo que se creen condiciones para mantener la persistencia de las plantas forrajeras en pastoreo, es decir aquellas condiciones que mantengan un número suficiente de hojas que asegure el rebrote rápido y vigoroso (Da Silva et al, 2013; Da Silva &. Carvalho, 2005).

La investigación en el área de manejo de pastos de los últimos 20 años se ha centrado principalmente en la comprensión del proceso de pastoreo y las relaciones suelo-planta-animal. Diversos enfoques de manejo han sido propuestos a partir de estos avances, y aunque existen varios conceptos y/o definiciones de estrategias de manejo del pastoreo, la mayoría de ellos tienen en común, que implementan la altura de la pastura como criterio de manejo. Y ¿por qué la altura de la pastura?

La altura, es una variable estructural de la pastura que juega un rol muy importante en las variaciones del consumo en pastoreo, pues es la forma en que el forraje está disponible para el animal y, en última instancia, define la cantidad de nutrientes ingeridos por los herbívoros en pastoreo. Cuando se define una altura de manejo muy baja hay restricciones en la formación del bocado por lo tanto se reduce el consumo por parte de los animales, pero cuando se definen alturas muy altas también puede haber restricciones por efectos físicos de los tallos y dispersión de las hojas (Fonseca et al, 2012; Mezzalana et al, 2017). Por lo tanto, la altura de la pastura se convierte en un indicador importante para la oferta de forraje y consecuentemente el control y ajuste de la carga animal.

Por otro lado, la altura de la pastura está directamente relacionada con la producción y la calidad del forraje. Cuando se define una altura de manejo superior a la recomendada, los pastos pierden su valor nutricional y tienden a tener un ciclo vegetativo más corto. A su vez, cuando las pasturas se manejan con una altura por debajo de la ideal, pierden su persistencia para rebrotar, pues para que esto ocurra de manera eficiente, es necesario que haya una altura post-pastoreo ("residual") con suficientes láminas foliares con capacidad de realizar fotosíntesis (que se traduce en un mayor crecimiento vegetativo en un período más corto de tiempo) (Da Silva et al, 2013; Da Silva et al, 2015).

Considerando la relación estrecha y positiva entre la altura de la pastura y los componentes de la estructura de la pradera, principalmente con la producción de forraje, la altura es utilizada como criterio práctico de manejo para definir el momento óptimo para iniciar el pastoreo, así como identificar la necesidad o no de realizar ajustes de carga animal, y definir también el momento óptimo de salida o finalización del pastoreo en un potrero o área dada.

A partir de la literatura revisada se identificó que esta tecnología puede tener un impacto positivo en el desempeño animal, el rendimiento de forraje y las emisiones de carbono (mayor potencial de disminuir las emisiones de metano entérico por unidad de producto, por ejemplo: kg peso ganado, consumo de materia seca, etc), lo que se traduce en animales más eficientes y sistemas de producción más sostenibles. El manejo del pastoreo basado en la altura se incluyó como una tecnología de ganadería climáticamente inteligente (*CSCR*) basada en conceptos debido a que recoge avances y conocimientos de la ciencia, animal, vegetal, suelo, ecología de los últimos 20 años en busca de estrategias más sostenibles que permiten asumir los retos de productividad de alimentos de origen animal de la actualidad y del futuro cercano.

Esta tecnología ha cobrado mayor relevancia en Brasil, inclusive el cerrado brasileiro (región incluida en la búsqueda de literatura) donde se han alcanzado grandes avances con pastos tropicales. Al ser un concepto de manejo del pastoreo puede ser implementada con pasturas nativas, naturalizadas, introducidas, así como en métodos de pastoreo rotacional o continuo. Para efectos de presentar una nota técnica con alto potencial de adopción por los productores en la Orinoquía, el protocolo que se propone en esta nota técnica considera introducir pasturas mejoradas con un manejo del pastoreo rotacional, consecuentemente en la Figura 3.1 se presenta un diagrama que considera manejo de pasturas bajo un método de pastoreo rotacional con cerca eléctrica y acueducto ganadero.

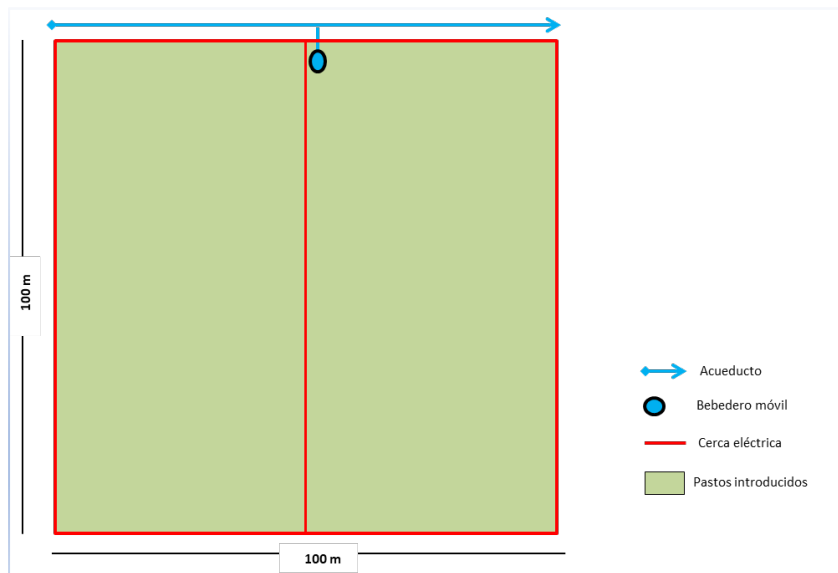


Figura 3.1. Manejo del pastoreo rotacional con división de potreros (0,5 ha por rotación) y acueducto ganadero.

3.2 Aplicabilidad de la práctica o tecnología

La literatura que soporta la información presentada para la tecnología manejo del pastoreo basado en la altura fue obtenida del cerrado brasileiro principalmente con pastos tropicales, no obstante, y debido a que esta tecnología está basada en conceptos se considera factible para ser implementada en los diferentes paisajes ganaderos y zonas agroecológicas de la Orinoquía

colombiana y es viable para todos los tipos de sistemas de producción ganadera, carne, doble propósito y lechería, (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Aplicabilidad de los bancos forrajeros de acuerdo con zona agroecológica y el tipo de sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Manejo del pastoreo por la altura	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

3.3 Desempeño de la práctica o tecnología

En la Tabla 3.2 se presentan los indicadores *CSCR*, enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad de la tecnológica para la tecnología de manejo del pastoreo basado en la altura.

Tabla 3.2 Indicadores *CSCR* para la tecnología manejo del pastoreo basado en la altura

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	3,83	UA/ha
	Ganancia de peso	0,66	kg/día
	Tiempo de evidencia	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	312	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	89	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	4841	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	4868	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	5.256.738,72 (545,77)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	1.640.000,00 (399,58)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2,3	-
	Nivel de interés	2,5	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y entre paréntesis en dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: es un pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación fueron: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad

intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés fueron: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: práctica de interés intermedio y >3: práctica de interés alto.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa (3, 2 y 1) como se muestra en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

En el ranking de las prácticas y tecnologías *CSCR* identificadas en la literatura la tecnología manejo del pastoreo basado en la altura de la pastura ocupó la posición tres con una calificación promedio de 2,55. En el polígono de desempeño se puede visualizar que un manejo del pastoreo basado en un concepto como la altura de la pastura representa una estrategia de media-alta productividad con alta viabilidad económica y con alto potencial de mitigar las emisiones de metano y carbono (Figura 3.1). Los pilares adaptación y facilidad tecnológica indican un desempeño intermedio y alto, respectivamente (Figura 3.1). Considerando el bioma del cerrado brasileño comparte características con la Orinoquía Colombiana, se sugiere que esta tecnología sea viable para ser implementada por los productores ganaderos de la región del Orinoquía de Colombia.

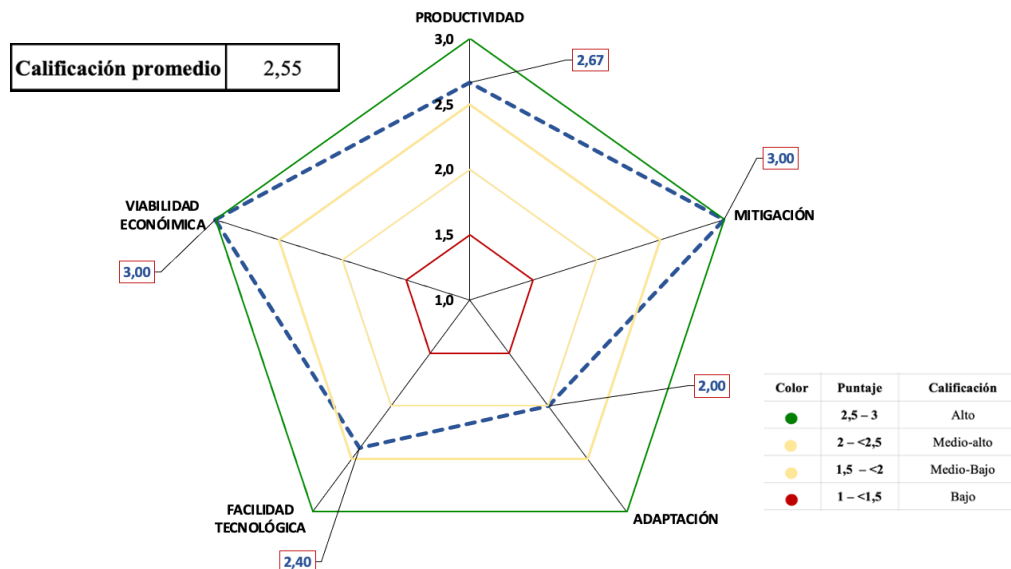


Figura 3.1 Desempeño de la introducción de pastos con manejo del pastoreo rotacional

3.4 Protocolo para la adopción de la tecnología manejo del pastoreo por la altura

Como se ha mencionado anteriormente el manejo del pastoreo basado en la altura de la pastura al ser un concepto puede ser implementado en pastoreo continuo o rotacional las alturas de manejo de la pastura dependerá de los objetivos del productor, técnico o profesional. No obstante, y para efectos de presentar una nota técnica de mayor impacto para la región de la Orinoquía Colombiana, el protocolo que se propone en esta nota técnica considera introducir pasturas mejoradas con un manejo del pastoreo rotacional. En ese contexto, en la Tabla 3.4 se presenta el protocolo de introducción de pasturas y manejo del pastoreo rotacional basado en la altura.

Consideraciones para adoptar la altura como criterio de manejo del pastoreo rotacional:

1. Identificar las alturas de manejo de entrada y salida optima de acuerdo las recomendaciones de la literatura para cada especie o variedad de pasto. Al ser un concepto de manejo del pastoreo, la altura del pastoreo como criterio de manejo puede ser implementada en pastoreo continuo o rotacional. Algunas sugerencias de altura de entrada y salida para diferentes pastos tropicales tanto en pastoreo continuo como rotacional están disponibles en <https://www.pastocerto.com/>
2. Realizar mediciones de altura con un bastón graduado o *sward stick* (Foto 3.1). Existen varias metodologías para medir la altura del pasto, cuyos objetivos deben ser entendidos por el investigador. De acuerdo con la evidencia de literatura que respalda la tecnología definida como ***manejo del pastoreo basado en la altura***, la altura de la pastura es medida como la "altura de la superficie del pasto" por su denominación en inglés (*sward surface height - SSH*), que es la altura de la superficie del dosel de la planta no perturbada o no comprimida por encima del nivel del suelo, y se asume como representando la altura del dosel, según lo encontrado por el animal en pastoreo. El equipo actualmente en uso para la medición de la altura del dosel forrajero sin perturbación o compresión de los componentes de la planta es conocido como bastón graduado o "*Sward Stick*" (BARTHAM, 1985). El equipo consiste en una regla graduada de aluminio de sección cuadrada o redonda marcada a intervalos de 1 cm. Un tubo externo, que corre a lo largo de la regla, tiene una pequeña "lingueta" de acrílico transparente (1 x 2 cm) extremo inferior, perpendicular al eje del vástago.

Por lo tanto, las mediciones de altura se hacen colocando el bastón en una serie de lugares aleatorios en toda el área de estudio en zigzag (Foto 3.2). La medida debe ser tomada perpendicular a la superficie del suelo y con el tubo deslizante levantado hacia la parte superior de la regla graduada. El tubo deslizante es entonces cuidadosamente bajado hasta que el primer contacto sea hecho con una hoja, dentro del área de la ventana. La altura debe ser leída del puntero, situado en la parte superior del tubo deslizante, contra el bastón graduado. Es importante garantizar que una muestra representativa de toda el área se mide en lugares aleatorios. El operador debe registrar la altura antes de caminar al siguiente lugar aleatorio.



Foto 3.2 Recorrido en el potrero para realizar mediciones de altura de la pastura.

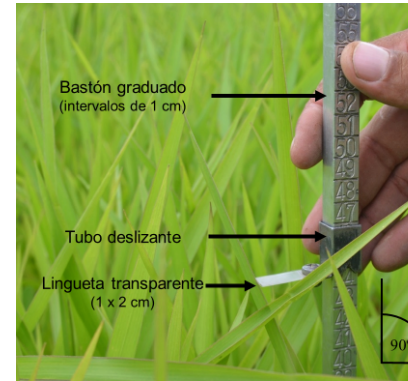


Foto 3.1 Bastón graduado para medir la altura de la pastura.

- Las mediciones de altura deben ser representativas de en toda el área donde van a pasar los animales durante el pastoreo de modo tal que pueda tener una idea de la heterogeneidad existente (puntos altos, puntos medios, puntos bajos) y que pueda correlacionar la altura con la producción de forraje y la tasa de crecimiento.
- Como el crecimiento de las plantas está influenciado por factores ambientales (temperatura, humedad, fertilidad, pastoreo, etc.), es necesario monitorear la altura con cierta frecuencia (al menos una vez a la semana, en pastos cultivados, sería ideal) con el fin de realizar los ajustes de carga necesarios.
- Simultáneamente con las mediciones de altura es necesario realizar cortes de forraje para calcular la tasa de acumulo diaria (Foto 3.3) y la producción de forraje total. Estas dos variables son fundamentales para la toma de decisiones en cuanto al manejo del pastoreo.
- Para estimar la masa de forraje instantáneo debe recorrer el potrero o área de pastoreo y seleccionar 3 puntos representativos para posterior corte a ras de suelo. Luego deberá, pesar y registrar el peso del forraje y posteriormente secar en estufa de aire forzado, enviar a un laboratorio de bromatología (ejemplo: agrosavia)



Foto 3.3 Jaula de exclusión para calcular tasa de crecimiento del pasto.

- En post-pastoreo, si elige tres áreas representativas del potrero para evaluar la masa de forraje instantáneo (pre-pastoreo), debe elegir un segundo lugar idéntico donde coloca una jaula de exclusión (Foto 4.3). El lugar protegido con la jaula debe quedar sin pastoreo por el período que se desea obtener el crecimiento del pasto (puede ser el periodo de descanso en días). Al final del período, se retira la jaula y se corta el pasto con el mismo procedimiento que se hizo la evaluación de la masa de forraje instantáneo (Klingman et al., 1943). Con la información de masa instantánea y el dato de las jaulas,

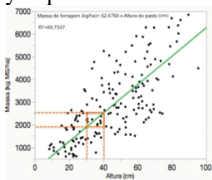
tiene las dos informaciones fundamentales para realizar una planificación forrajera (Carvalho, 2004).

8. Con base en la oferta de forraje realizar los ajustes de carga animal.

Tabla 3.4. Protocolo para implementar la altura de la pastura como criterio de manejo del pastoreo

Actividad	Tareas	Objetivo	Resultados/Especificaciones técnicas	Días/ jornales*	Responsable
Selección del sitio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seleccionar el sitio del establecimiento ✓ Tomar y enviar muestras de suelo a laboratorio 30 días antes de iniciar la preparación del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar los requerimientos de enmiendas del suelo de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El sitio seleccionado debe presentar buen drenaje y no acumular agua lluvia durante varios días. ✓ Disponer de los resultados del análisis de suelo 	0.25	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantar el polígono del terreno con GPS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Georreferenciar y determinar el área del terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Imprimir el polígono del terreno ubicando los sitios claves (cercas, árboles, quebradas, caminos, etc.) 	0.25	Técnico
Adecuación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sobrepastorear el terreno ✓ Retirar todos objetos que puedan afectar el trabajo de la maquinaria o las labores de establecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Despejar el terreno y exponer obstáculos que interfieran en el trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponer de un grupo de animales para hacer la mayor presión de pastoreo posible, aprovechar el forraje disponible y despejar el terreno ✓ El terreno debe estar listo antes de iniciar la temporada de lluvias 	2*	Productor/ técnico
Preparación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar primer pase de rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facilitar la entrada del cincel en el suelo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La mecanización se inicia con un pase de rastra pesada, ojalá de 20 discos. 	2	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posterior a la rastra se esparce la enmienda en el terreno. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicar las enmiendas requeridas al suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las cantidades sugeridas de elementos en las enmiendas para la siembra de gramíneas introducidas en la Orinoquía se encuentran en los siguientes rangos (Rincón et al, 2022): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 200-300 kg ha⁻¹ • P = 20-30 kg ha⁻¹ • K = 20-30 kg ha⁻¹ • Mg = 20-30 kg ha⁻¹ • S = 20-30 kg ha⁻¹ ✓ Las cantidades y las fuentes de minerales dependerá de los resultados del análisis de suelos. 		Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pase de cincel ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Romper las capas endurecidas del terreno ✓ Incorporar la enmienda. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se hacen dos pases consecutivos de cincel que incorporan la enmienda al suelo ✓ El primer cincel se traza a favor de la pendiente y el segundo se dirige diagonal al primero. ✓ La profundidad de trabajo mínima del cincel deberá ser de 30 cm. 		Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Segundo pase de rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Controlar la proliferación de arvenses y reducir el tamaño de los terrones del suelo. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El segundo pase de rastra se realiza 50 días después de la incorporación de la enmienda. ✓ Aplicar herbicida no selectivo en caso de ser necesario 		Productor/ técnico

			<ul style="list-style-type: none"> ✓ Si el terreno es arenoso no se debe llevar a cabo la segunda rastra. En este caso se aplica un herbicida para limitar el crecimiento de las plantas acompañantes. 		
Siembra de pastos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consecución de semillas de gramíneas certificadas. ✓ Prueba de germinación. ✓ Siembra de pastos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer una pradera con la mayor cobertura y persistencia posible. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar prueba de germinación a la semilla de pasto dos o tres semanas antes de la siembra. ✓ Una vez se ratifica que la semilla cumple con las características de germinación y pureza que garantiza la casa distribuidora del material, se procede a sembrar. ✓ Mezclar entre 6 y 5 kg de semillas de gramíneas por hectárea, dependiendo de la variedad o especie. ✓ Aplicar insecticida a la semilla antes de la siembra. ✓ La semilla se debe esparcir de manera uniforme en todo el lote. ✓ La siembra se puede hacer manual, con sembradora manual o mecánica. ✓ Tapar la semilla con ramas (incrementa la germinación). ✓ Las gramíneas disponibles en la región son <i>Brachiaria humidicola</i>, <i>Urochloa decumbens</i>, <i>U. dictyoneura</i>, <i>B. brizantha</i> cultivares Toledo, Mulato, Marandú, Xaraes. ✓ Las leguminosas más comunes son Kudzú (<i>Pueraria phaseoloides</i>), maní forrajero (<i>Arachis pintoi</i>). ✓ Mezclar dos o más variedades de pastos que tengan hábito de crecimiento diferente: unas de crecimiento erecto con otras con tendencia a ser rastreras. 	1*	Productor/ técnico
			<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es necesario controlar las especies acompañantes de hoja ancha y gramíneas no deseadas durante los dos primeros meses de la siembra. 	4*	
Construcción de cerca eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hoyado para postes ✓ Instalación de postes y alambre ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cercar las áreas de pastoreo para controlar el movimiento del ganado. ✓ Maximizar el aprovechamiento del forraje disponible. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para una hectárea se construyen dos cercas: una perimetral y otra divide el terreno en dos franjas de 0,5 ha cada uno. ✓ Las cercas se construyen con dos hilos de alambre y postes dispuestos cada 10 o 15 metros, dependiendo de la pendiente del terreno. ✓ Se sugiere usar postes metálicos y varilla de hierro corrugada de ½". ✓ El orden de disposición en la cerca es de un poste y dos varillas. ✓ La cantidad de accesorios como tensores, aisladores, alambre aislado y alambre dulce para amarre dependerá de la disposición de la cerca en el campo y la topografía del terreno. 	2*	Productor/ técnico

<p>Instalación acueducto ganadero</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Localización de toma de agua ✓ Distribución e instalación de mangueras de conducción ✓ Instalación de tanque reservorio, bebedero móvil 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ofrecer agua al ganado en el sitio de pastoreo de manera permanente. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para una hectárea se propone instalar manguera de polietileno que lleve agua hasta el sitio y un punto de conexión para bebedero móvil. ✓ Se requieren los siguientes elementos básicos: <ul style="list-style-type: none"> • 125 m de manguera de ¾" • 75 m de manguera de 1/2" • 2 hidrantes de ½" • 2 reducciones de ¾" a ½" • 1 llave de paso de ½" • 1 bebedero de 250 litros (presta servicio hasta 10 ha) • 1 tanque reservorio de 1000 litros (presta servicio hasta 10 ha) 	<p>3*</p>	<p>Productor/ técnico</p>
<p>Primer pastoreo</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar mediciones de altura ✓ Aforo para estimar biomasa de forraje (se requiere cuadro metálico de 0.25 m2 o rectángulo de 1m2 en especies que formen macollo. Tijeras, bolsas de papel, balanza. Nevera de icopor en casos donde no pueda hacer secado rápidamente). ✓ Correlación entre altura (cm) y producción de forraje (kg MS/ ha) (Se requiere computador/App en caso de haber alguna disponible). ✓ Tasa de acumulo de forraje 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar la oferta de forraje y la capacidad de carga del sistema ✓ Estimar la correlación entre la altura de la pastura y la producción de forraje.  <ul style="list-style-type: none"> ✓ Generar modelos de predicción entre la producción de forraje y la altura de la pastura. ✓ Determinar la tasa o velocidad de crecimiento de la pastura. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Medir la altura en potreros con un baston graduado en centímetros o sward stick (se recomienda tomar entre 150-200/1000m2 / 1 vez por mes) ✓ Realizar observaciones visuales de pradera ✓ Recorrer los potreros o áreas destinadas al pastoreo. ✓ Recorrer el potrero y seleccionar 3 puntos representativos en el área de pastoreo. ✓ Se realizan cortes a ras de suelo para estimar la materia seca (kg/ha) de los puntos más frecuentes en el potrero o área para pastoreo. ✓ Pesar y registrar el peso del forraje y posteriormente secar en estufa de aire forzado, enviar a un laboratorio de bromatología (ejemplo: CIAT, Agrosavia), o en casos que lo requieran secar en microondas hasta alcanzar un peso constante. (muestras en microondas no son aptas para análisis de calidad del forraje). ✓ Procesar los datos obtenidos en campo ✓ Realizar análisis de datos ✓ Estimar modelos de predicción de producción de forraje ✓ Elegir tres áreas idénticas a las que eligió para estimar la biomasa de forraje o masa de forraje instantáneo (pre-pastoreo). ✓ Colocar jaulas de exclusión y dejar el pasto crecer por el tiempo se tenga definido el periodo de descanso de ese potrero. 	<p>0.5*</p>	<p>Productor/ técnico</p>

			<ul style="list-style-type: none"> ✓ Calcular la diferencia entre la biomasa pre-pastoreo y potspastoreo y relacionarla con el número de días. Relacionar esos datos con la altura de la pastura para tener una estimativa de cuantos kg de MS acumula la pastura x diariamente. ✓ El primer pastoreo se debe hacer con animales livianos. ✓ Revisar el correcto funcionamiento de la cerca eléctrica. 		
Mantenimiento de praderas cada año	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fertilización ✓ Aforo de forraje y ajuste de la carga animal. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener la productividad y persistencia de los forrajes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La fertilización de mantenimiento se debe hacer cada año de acuerdo a análisis de suelo. ✓ Para suelos oxisoles de la Orinoquía se sugieren las siguientes cantidades (Rincón et al, 2022): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 18 kg ha⁻¹ • P = 20 kg ha⁻¹ • K = 18 kg ha⁻¹ • Mg = 20 kg ha⁻¹ • S = 30 kg ha⁻¹ • N = 110 kg ha⁻¹ ✓ Las cantidades mencionadas sólo son de referencia y se deben modificar según los resultados de análisis de suelo del sitio de trabajo. ✓ Hacer aforo del forraje disponible en época de lluvias y en época seca. ✓ Ajustar la carga animal en cada época del año. ✓ Vigilar la incidencia de insectos plaga como el mión de los pastos o salivazo (<i>Aeneolamia varia</i>), priorizando el uso de medios mecánicos como sobrepastoreo o aplicando productos biológicos para su control. ✓ El mión de los pastos es considerada la plaga que ocasiona la mayor pérdida económica en los pastos introducidos. 	2*	Productor/ técnico

3.5 Costos de establecimiento y mantenimiento de la tecnología

En la Tabla 3.5 se listan los costos de referencia para el establecimiento y mantenimiento de pasturas introducidas con manejo del pastoreo rotacional basado en la altura para la Orinoquía. Dichos costos fueron obtenidos a través de tres fuentes: 1) listado de costos de insumos y factores de la producción agropecuaria - agosto 2022 del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del sector agropecuario SIPSA para la región de la Orinoquía, 2) los costos de promedios anuales del 2022 de almacenes regionales y nacionales y 3) los costos estimados y obtenidos en el proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible de los años 2018 a 2020 y fincas demostrativas de CIPAV.

En general, los costos de establecimiento una hectárea de pasturas introducidas con un método de manejo del pastoreo rotacional en la región de la Orinoquía se puede agrupar en 5 componentes:

1. Adecuación y preparación de suelos o adecuación del terreno
2. Establecimiento de pastos
3. División de potreros con franjas (construcción de cerca eléctrica)
4. Instalación de acueducto ganadero
5. Otros costos

Tabla 3.5. Costos de referencia para establecer una hectárea de pasturas introducidas con manejo del pastoreo por la altura

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Adecuación y preparación de suelos o adecuación del terreno					
1.1 Materiales e insumos					
Análisis de suelo	Muestra	1	125.000,00	125.000,00	30,46
Mecanización con rastra de discos	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Mecanización con arado de cincel	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Herbicida glifosato	Galón	1	55.274,40	11.054,88	2,69
1.2 Enmiendas					
Cal dolomita	kg	1000	304,00	304.000,00	74,07
Cloruro de potasio	kg	100	5.180,00	518.000,00	126,21
1.3 Mano de obra para adecuación y preparación de suelos					
Aplicación herbicida	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Aplicación enmienda	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Sub-total				1.618.054,88	394,23
2. Establecimiento de pastos					
2.1 Materiales e insumos					
Semilla gramíneas brachiaria decumbens	kg	5	43.000,00	215.000,00	52,38
Semilla gramíneas brizantha marandú	kg	5	46.000,00	230.000,00	56,04
Insecticidas (Atta Kill)	kg	1	18.000,00	18.000,00	4,39

Insecticidas para semilla gramíneas (Lorsban)	Litro	0,5	51.000,00	25.500,00	6,21
2.2 Mano de obra siembra de pastos					
Siembra de gramíneas	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Mediciones de altura	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Aforos	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Sub-total				788.500,00	192,11
3. División de potreros con franjas					
3.1 Materiales e insumos - Cerca eléctrica + Accesorios					
Alambre galvanizado C-14 Rollo x 25 Kg CE 1070	Rollo	1,10	315.000,00	346.500,00	84,42
Cable Aislado Rollo x 50 m	Rollo	0,25	40.000,00	10.000,00	2,44
Manguera aisladora	Rollo	0,25	18.000,00	4.500,00	1,10
Alambre dulce (amarre)	Rollo	0,5	10.000,00	5.000,00	1,22
Aislador pivote +clavo	Unidad	83	264,00	22.000,00	5,36
Tensor Galv/Caliente P Rojo Durespo	Unidad	10	5.500,00	55.000,00	13,40
Aislador terminal pera amarillo durespo	Unidad	18	780,00	14.040,00	3,42
Manigueta portillo amarilla	Unidad	2	6.000,00	12.000,00	2,92
Poste de metálico (de acero)	Unidad	14	33.000,00	458.333,33	111,67
Varilla de 1/2" de hierro corrugada x 2m	Unidad	28	9.333,33	259.259,26	63,17
Grapa larga 1 1/4 x 1000 gr	kg	0,25	12.000,00	3.000,00	0,73
3.2 Materiales e insumos Impulsor + Accesorios					
Desviador de Rayos - Super Fox	Unidad	1	34.000,00	34.000,00	8,28
Cuchilla Doble tiro Conmut- Lhaura	Unidad	1	20.000,00	20.000,00	4,87
Alambre de cobre No. 8 (rollo x 100 m)	metro	20	5.000,00	100.000,00	24,36
Varilla Cooperweld 1.8 + Conector Durespo	Unidad	6	27.000,00	162.000,00	39,47
Interruptor sectorizador Lhaura amarillo	Unidad	2	15.000,00	30.000,00	7,31
Cinta eléctrica ultra blue 13 MM X 200 m S. Fox	Rollo	1	68.000,00	68.000,00	16,57
3.3 Mano de obra instalación de Cerca eléctrica + Accesorios y Impulsor + Accesorios					
Instalación de cerco eléctrico			60.000,00	120.000,00	29,24
Sub-total				1.723.632,59	419,96
4. Instalación de acueducto ganadero					
4.1 Materiales e insumos Acueducto ganadero + Accesorios					
Tanque bebedero 250 + flotador	Unidad	1	230.000,00	46.000,00	11,21
Manguera de 3/4" calibre 60 * 100m	Rollo	1,2	132.000,00	158.400,00	38,59
Manguera de 1/2" calibre 60 * 100m	Rollo	0,5	220.000,00	110.000,00	26,80
Llave de paso de 1" naranja rosca	Unidad	1	25.000,00	25.000,00	6,09
Abrazadera de 1 1/4	Unidad	4	2.000,00	8.000,00	1,95

Abrazadera de 3/4	Unidad	4	2.000,00	8.000,00	1,95
T con reducción de 3/4 a 1/2"	Unidad	1	14.000,00	14.000,00	3,41
Hidrante 1/2" para riego	Unidad	1	20.000,00	20.000,00	4,87
Bayoneta 3/4" para hidrante	Unidad	1	5.000,00	5.000,00	1,22
Manguera de 1/2" jardín presión 150 psi	Metro	20	850,00	17.000,00	4,14
Tanque de 1000L conico negro	Unidad	1	550.000,00	55.000,00	13,40
Tubo presión de 1/2" * 6 metros	Unidad	0,5	25.000,00	12.500,00	3,05
Pegante PVC 1/128	Unidad	1	30.000,00	30.000,00	7,31
5.2 Mano de obra para Acueducto ganadero + Accesorios					
Instalación de acueducto ganadero	Jornal	3	60.000,00	180.000,00	43,86
Sub-total				688.900,00	167,85
7. Otros costos					
7.1 Equipo - Maquinaria - Herramientas					
Baston graduado en cm (Sward stick)	Unidad	2	100.000,00	20.000,00	4,87
Cuadro para aforo	Unidad	2	10.000,00	2.000,00	0,49
Tijeras para cortar pasto	Unidad	4	100.000,00	40.000,00	9,75
Bolsas de papel	Paquete x 100	1	50.000,00	5.000,00	1,22
Palin	Unidad	1	22.000,00	2.200,00	0,54
Machete	Unidad	1	30.000,00	3.000,00	0,73
Lima	Caja	1	15.000,00	15.000,00	3,65
Ahoyadora	Unidad	1	65.000,00	13.000,00	3,17
Alicate	Unidad	1	15.000,00	15.000,00	3,65
Tijeras podar	Unidad	1	35.000,00	7.000,00	1,71
Guantes nitrilo	Par	2	16.000,00	6.400,00	1,56
Boquillas de aplicación agro quimicos	Unidad	1	10.000,00	2.000,00	0,49
Kit aplicación agroquímicos	Unidad	1	95.000,00	9.500,00	2,31
Sub-total				140.100,00	34,13
7.2 Transporte					
Transporte (6%)	Global	1		297.551,25	72,50
TOTAL				5.256.738,72	1.280,78

Los costos de establecimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

3.5.1 Consideraciones en la estimación de costos de establecimiento:

Los pastos introducidos + pastoreo rotacional, incluye la siembra de gramíneas introducidas, la construcción de una cerca para obtener dos divisiones de potrero por hectárea y un sistema de distribución de agua para abrevar al ganado. Los procesos de mecanización del suelo dependen de la estructura del suelo (1 o 2 pases de rastra y arado de cincel). El uso de enmiendas y/o

correctivos como Cal dolomita y Cloruro de potasio dependerá de los resultados del análisis de suelos. El herbicida sugerido para el control de arvenses es usado a razón de 1 a 1.5 litros por hectárea. Se consideran 3 jornales para la adecuación y preparación de suelos específicamente en aplicación de enmiendas y herbicidas no selectivos.

Los pastos introducidos a sembrar son *Brachiaria decumbens* y *B. brizantha cv. Marandú*. La siembra de las gramíneas se puede realizar a chorro con sembradora mecánica o al voleo de manera manual. Para el control de la hormiga arriera, se empleará un cebo granulado de ingestión específico para este propósito. Se tiene contemplado 1 jornal para sembrar los pastos (generalmente al voleo) y para la aplicación del insecticida.

La introducción de pastos por hectárea incluye una cerca perimetral y otra que divide el terreno en dos porciones de 0,5 ha. La cerca se construye con alambre energizado Calibre 14, postes metálicos y varilla de hierro corrugado de ½". Para completar el montaje se requieren accesorios como cable aislado, manguera aisladora, alambre dulce, aisladores, tensores, manigueta, varillas y grapas. De igual forma, para el correcto funcionamiento del impulsor y el cercado eléctrico, es necesario la instalación de sus componentes (desviador de rayos, cuchilla doble tiro, alambre de cobre, varillas cooperweld, interruptor, cinta eléctrica, etc.). Los impulsores tienen diferente potencia que se cuantifican en unidades Joules con alcance en kilómetros; para este caso se cotizó un impulsor para 30 km. En la instalación y adecuación de sistema eléctrico se estiman 3 jornales por hectárea.

El acueducto se compone de bebedero con válvula automática para el control del flujo de agua, mangueras de conducción de agua y un tanque de almacenamiento. El tanque bebedero satisface las necesidades de abastecimiento para 5 hectáreas y el tanque de almacenamiento cubre 10 hectáreas. El sistema se completa con accesorios como abrazaderas, llaves de paso, hidrantes, entre otros. Se estiman 3 jornales para la instalación del acueducto.

La correcta instalación de todos los componentes del sistema requiere herramientas manuales y un kit de protección personal para la aplicación de agroquímicos (escafandra, tapabocas, gafas, guantes, camisa, pantalón). Se incluye el costo de transporte que equivale a 6% de los costos totales. Sin embargo, el costo final de este ítem dependerá de la distancia, territorio, tipo de carretera, entre otros, hasta donde sea necesario movilizar los materiales.

3.6 Costos de mantenimiento

En la Tabla 3.6 se presentan los costos de mantenimiento anual de una hectárea de pasturas introducidas + pastoreo rotacional basado en la altura. Estos costos incluyen aplicación de fertilizantes y la mano de obra requerida para su aplicación y el mantenimiento de las cercas eléctricas. Los fertilizantes y las cantidades sólo son de referencia y están sujetas a los resultados de análisis de suelo del sitio de trabajo.

Tabla 3.6. Costos de mantenimiento de una hectárea de pasturas introducidas más pastoreo rotacional basado en la altura

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Materiales e insumos					
Fosfato diamónico (DAP)	kg	100	5.120,00	512.000,00	124,75
Sulpomag	kg	100	4.200,00	420.000,00	102,33
Sulcamag	kg	100	1.380,00	138.000,00	33,62
Urea	kg	200	5.100,00	1.020.000,00	248,52
2 Mano de obra					
Fertilización	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Mantenimiento de cercas	Jornal	0,5	60.000,00	30.000,00	7,31
TOTAL				2.240.000,00	545,77

Los costos de mantenimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

3.7 Bibliografía de referencia

Allen, V. G., Batello, C., Berretta, E. J., Hodgson, J., Kothmann, M., Li, X., ... & Sanderson, M. (2011). An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass and forage science*, 66(1), 2.

Barthram, G.T. (1985) Experimental Techniques: The HFRO Sward Stick. In: The Hill Farming Research Organization. Biennial Report, HFRO, Midlothian, 29-30

Da Silva, S. C., Gimenes, F. M. A., Sarmiento, D. O. L., Sbrissia, A. F., Oliveira, D. E., Hernadez-Garay, A., & Pires, A. V. (2013). Grazing behaviour, herbage intake and animal performance of beef cattle heifers on marandu palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. *The Journal of Agricultural Science*, 151(5), 727-739.

Dasilva, S.C.& Carvalho, P. C. F. (2005). Foraging behavior and herbage intake in the favorable tropics/subtropics. In *Grassland: a Global Resource* (Ed D. A. McGilloyay), pp.81–96. Wageningen: Wageningen Academic Publishers.

Da Silva, S. C., Sbrissia, A. F., & Pereira, L. E. T. (2015). Ecophysiology of C4 forage grasses—understanding plant growth for optimising their use and management. *Agriculture*, 5(3), 598-625.

Carvalho, P. C. F. (2013). Can Grazing Behaviour Support Innovations in Grassland Management?

Fonseca L, Mezzalira JC, Bremm C, Filho RA, Gonda HL, Carvalho PCF (2012) Management targets for maximizing the short-term herbage intake rate of cattle grazing in Sorghum bicolor. *Livestock Science* 145, 205–211

Mezzalira, J. C., Bonnet, O. J., Carvalho, P. C. D. F., Fonseca, L., Bremm, C., Mezzalira, C. C., & Laca, E. A. (2017). Mechanisms and implications of a type IV functional response for short-term intake rate of dry matter in large mammalian herbivores. *Journal of Animal Ecology*, 86(5), 1159-1168.

4. Bancos forrajeros (posición 4 en el ranking)

4.1 Descripción de la práctica o tecnología

Los bancos forrajeros son cultivos donde se asocian especies herbáceas, arbóreas y arbustivas de alto valor nutricional sembrados en alta densidad, entre 5000 y 20000 plantas por hectárea. Dentro de esta categoría se encuentran los bancos mixtos donde se asocian especies que son fuente de proteína con otras que aportan energía y fibra, CIPAV, 2009. En bancos mixtos la proporción sugerida de especies a plantar por hectárea como fuente de proteína y de energía es 70:30 o 60:40.

El material producido en estos sistemas, fresco o conservado se emplea especialmente para suplementar de manera estratégica a los animales de acuerdo con su estado productivo y durante las épocas críticas del año. Sin embargo, este recurso forrajero también permite disponer de alimento para el ganado durante todo el año; situación que reduce la dependencia de alimentos balanceados y silos de maíz o sorgo.

Las especies de mayor difusión en la Orinoquía como fuente de proteína son botón de oro (*Tithonia diversifolia*), cratilia (*Cratylia argentea*), melina (*Gmelina arborea*), matarratón (*Gliricidia sepium*), bucare (*Erythrina glauca*), maní forrajero (*Arachis pintoi*), desmodium o mequenque (*Desmodium ovalifolium*). En bancos de energía se emplean pastos de corte como King grass (*Pennisetum hybridum*), Cuba 22 (*Pennisetum* sp.) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). En la mayoría de los casos el material producido se corta, se pica y se suministra. No obstante, en ocasiones particulares los animales tienen acceso a pastorear o ramonear los bancos cuando se dispone de especies herbáceas o arbustivas que soportan este tipo de manejo. Las distancias de siembra sugeridas para algunas especies se listan en la Tabla 4.1.

Tabla 4.1. Especies sugeridas para cultivar en bancos de forraje en la Orinoquía

Especie	Tipo de semilla	Distancia entre Surcos	Distancia entre plantas
Botón de oro	Sexual - estacas	1.0 m	0.8 m
Cratylia	Sexual	1.0 m	0.8 m
Melina	Sexual	1.0 m	0.5 – 0.7 m
Matarratón	Sexual	1.0 m	0.5 m
Bucare	Estaca	1.0 m	0.8 m
Pasto de corte	Tallos	1.0 m	Surco continuo
Caña de azúcar	Tallos	1.0 m	Surco continuo
Maní forrajero	Sexual – estolón	0.8 m	0.3 - 0.5 m

Fuente: Adaptado de Holguín y Col. 2005; MAG, 2010.

En la figura 4.1 se presenta un arreglo para sembrar una hectárea con especies como fuente de proteína, fibra y energía.

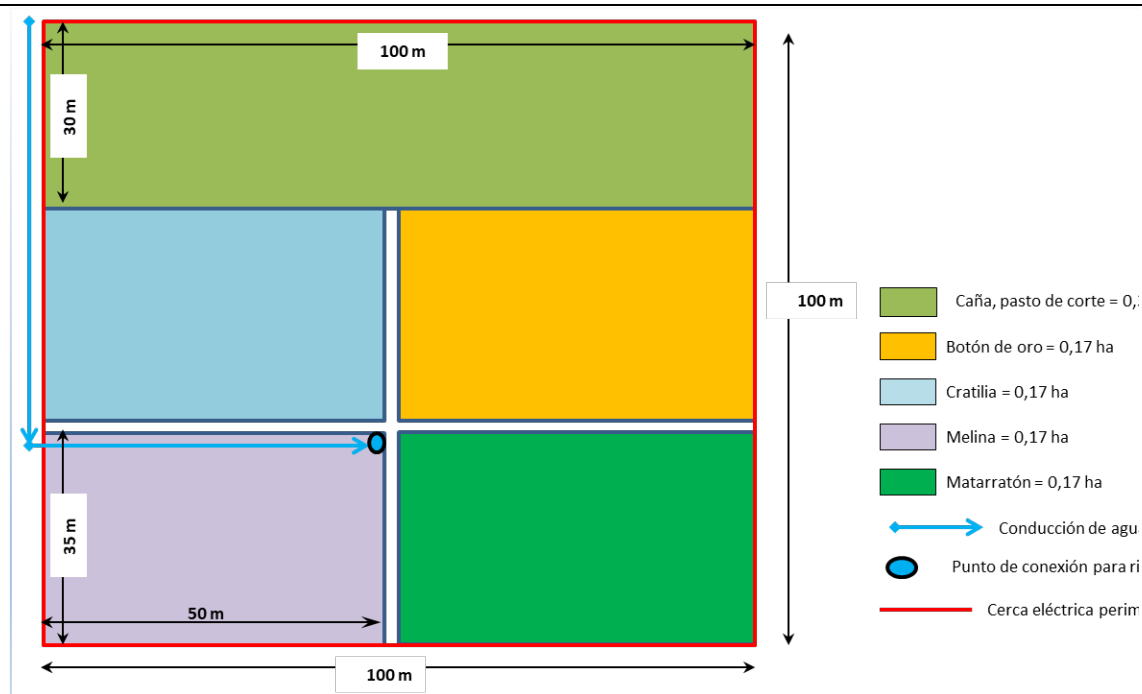


Figura 4.1. Arreglo espacial de una hectárea de un banco mixto de forrajes que incluye cerca perimetral de protección, punto de conexión para riego, callejones de manejo y cinco especies forrajeras.

4.2 Aplicabilidad de la práctica o tecnología

Por su adaptabilidad, facilidad de implementación y por ocupar áreas muy pequeñas en las fincas, los bancos de forraje se pueden adoptar en todos los tipos de ganadería y en toda la región de la Orinoquia, ver Tabla 4.2.

Tabla 4.2. Aplicabilidad de los bancos forrajeros de acuerdo con zona agroecológica y el tipo de sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Bancos forrajeros	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

4.3 Desempeño de la práctica o tecnología

Los bancos de forrajes son cultivos establecidos en áreas pequeñas, entre 0,2 y 1,0 hectárea, que generan alta producción de biomasa. La extensión del banco en las fincas dependerá de la disponibilidad de mano de obra para realizar las labores de corte, acarreo y distribución.

Como criterio de suplementación diaria se sugiere emplear entre 2 y 4% del peso vivo por animal, dependiendo de la capacidad de producción del sistema y de la aplicación de un adecuado plan de fertilización. De acuerdo con la revisión de literatura, en la Tabla 4.3 se

presentan los valores promedios de los indicadores *CSCR*, enmarcados en los pilares productividad, mitigación y adaptación.

Tabla 4.3. Indicadores de bancos forrajeros

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	2,5	UA/ha
	Ganancia de peso	0,6	kg/día
	Tiempo de evidencia	3	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	245	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	96	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	9200	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	6440	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	13,194,910 (3.214,89)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	1.640.000,00 (399,58)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2,1	-
	Nivel de interés	2,5	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y entre paréntesis en dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la República entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: es un pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación fueron: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés fueron: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: práctica de interés intermedio y >3: práctica de interés alto.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

Los bancos forrajeros, presentaron un desempeño alto para los pilares productividad, mitigación y adaptación ratificando que es una tecnología adaptada al clima. En cuanto a la facilidad de la tecnología indican un nivel intermedio para los productores. No obstante, su viabilidad económica es baja debido a que esta tecnología está asociada a altos costos de establecimiento y quizás esa sea la razón por la que es poco adoptada por los productores de la región. Esta práctica quedo en la posición número 4 del ranking de prácticas y tecnologías ganaderas climáticamente inteligentes con una calificación promedio de 2,4.

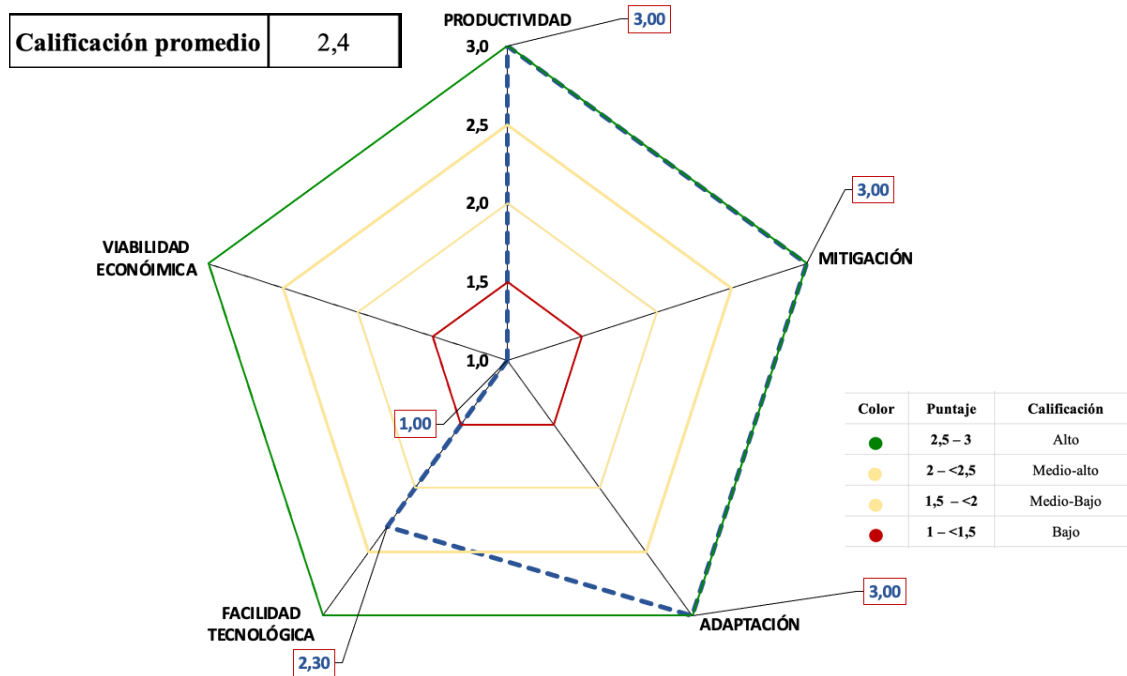
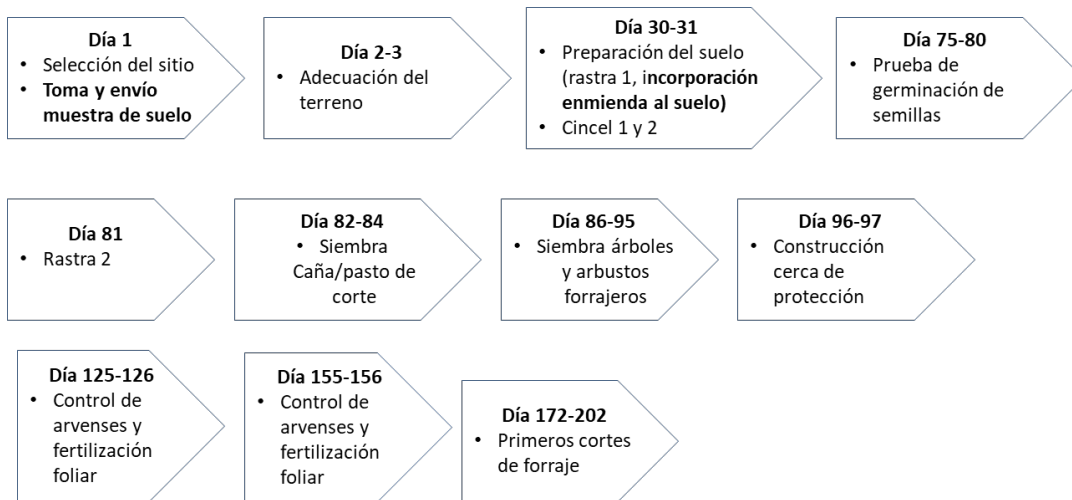


Figura 4.2 Desempeño de los bancos forrajeros

4.4 Protocolo de establecimiento

El establecimiento de bancos de forraje requiere del cumplimiento de una serie de actividades como se ilustra en la Tabla 4.5. El tiempo estimado para llevar a cabo todas las labores descritas tarda entre 6 y 7 meses hasta hacer el primer corte (Figura 4.2). Este tiempo incluye los periodos de espera requeridos para disponer de los resultados del análisis de suelo, que la cal haga efecto como enmienda en el suelo y que las plantas se encuentren a punto para ser aprovechadas en el mejor momento de su estado vegetativo.

Figura 4.2. Línea de tiempo del establecimiento de una hectárea de banco mixto de forrajes en la Orinoquía.



Ejemplos de bancos mixtos forrajeros



Foto 1. Banco de forrajes donde se asocia botón de oro y pasto de corte.

Foto 2. Banco de *Cratylia argentea*

Foto 3. Cobertura de maní forrajero *Arachis pintoi* asociado con botón de oro.

Tabla 4.5 Protocolo para el establecimiento de una hectárea de bancos mixtos de forraje en la Orinoquía

Actividad	Tareas	Objetivo	Resultados/Especificaciones técnicas	Días/ jornales*	Responsable
Selección del sitio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seleccionar el sitio del establecimiento ✓ Tomar y enviar muestras de suelo a laboratorio 30 días antes de iniciar la preparación del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar los requerimientos de enmiendas de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El sitio seleccionado debe presentar buen drenaje y no acumular agua lluvia durante varios días. ✓ Disponer de los resultados del análisis de suelo 	0.25	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantar el polígono del terreno con GPS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Georreferenciar y determinar el área del terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Imprimir el polígono del terreno ubicando los sitios de cada especie a sembrar 	0.25	Técnico
Adecuación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sobrepastorear el terreno ✓ Retirar todos objetos que puedan afectar el trabajo de la maquinaria o las labores de establecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Despejar el terreno y exponer obstáculos que interfieran en el trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponer de un grupo de animales para hacer alta presión de pastoreo, aprovechar el forraje disponible y despejar el terreno ✓ El terreno debe estar listo antes de iniciar la temporada de lluvias 	1	Productor/ técnico
Preparación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar primer pase de rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facilitar la entrada del cincel en el suelo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La mecanización se inicia con un pase de rastra pesada, ojalá de 20 discos. 	2.0	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posterior a la rastra se esparce la enmienda en el terreno. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicar las enmiendas requeridas al suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las enmiendas recomendadas para bancos de forrajes en la Orinoquía son cal dolomita, yeso agrícola o cal agrícola. ✓ Las cantidades y las fuentes de minerales dependerá de los resultados del análisis de suelos. ✓ Si no se cuenta con resultados de análisis de suelo se puede aplicar entre 1,5 y 2,0 toneladas de las tres opciones de enmiendas recomendadas. 		Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pase de cincel ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Romper las capas endurecidas del terreno ✓ Incorporar la enmienda. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Después de esparcir la cal se realiza el primer pase de cincel a favor de la pendiente, el segundo se dirige diagonal al primero. ✓ La profundidad de trabajo mínima del cincel deberá ser de 30 cm. 		Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Segundo pase de rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Controlar la proliferación de arvenses y reducir el tamaño de los terrones del suelo. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El segundo pase de rastra se realiza 50 días después de la incorporación de la enmienda. ✓ Aplicar herbicida no selectivo en caso de ser necesario ✓ Si el terreno es arenoso no se debe llevar a cabo la segunda rastra. En este caso se aplica un herbicida para limitar el crecimiento de las plantas acompañantes. 		Productor/ técnico
Siembra de caña o pastos de corte	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consecución de semilla de caña y/o pasto de corte. ✓ Trazado de surcos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponer de una fuente de energía y fibra para la 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La siembra de caña y/o pastos de corte se hace en surcos de 10 cm de profundidad que se trazan entre 1.0 y 1.2 m de distancia. 	3*	Productor/ técnico

		alimentación del ganado.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Los tallos se alinean sobre el fondo del surco, sobreponiendo ambos extremos (cabeza con cola). De esta manera, los tallos quedan en surco continuo. ✓ Los tallos se tapan con tierra para evitar su deshidratación. ✓ Antes de poner los tallos en el suelo se recomienda aplicar sobre el surco el equivalente a 0.5 toneladas de cal dolomita ha⁻¹ y 1.5 toneladas ha⁻¹ de abono orgánico (gallinaza compostada u otro abono compostado disponible). ✓ Hacer resiembra de la caña y/o el pasto en las áreas donde no haya germinación. 		
Siembra de árboles y arbustos forrajeros	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consecución de semilla sexual o plántulas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponer de forraje de alta calidad nutricional para suplementación del ganado en épocas críticas. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Efectuar prueba de germinación de todas las semillas de las especies que se van a emplear en la siembra. ✓ La cratylia, melina y el matarratón se recomienda sembrarlas con semilla sexual para que desarrollen buena raíz y puedan soportar los cortes frecuentes. ✓ La distancia de siembra de matarratón, melina, botón de oro, bucare en bancos se puede estandarizar a 1.0 m entre surcos y 0.8 m entre plantas. ✓ Con este distanciamiento se obtienen 12.500 plantas ha⁻¹, densidad apropiada dadas las condiciones de regular calidad de los suelos de la Orinoquía. ✓ En cada sitio de siembra se depositan entre 2 y 4 semillas para asegurar al menos una plántula viable por punto. ✓ Aplicar 0,25 kg de materia orgánica por sitio de siembra. ✓ El botón de oro se recomienda plantarlo a raíz desnuda, previa producción de las plántulas en vivero. ✓ Es deseable sembrar un cultivo de cobertura como maní forrajero para controlar la incidencia de plantas no deseadas y como opción para fijar nitrógeno al suelo. ✓ Resembrar las plantas perdidas. 	10*	Productor/ técnico
Construcción de cerca eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hoyado para postes ✓ Instalación de postes y alambre ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Proteger el banco de animales que puedan dañar el cultivo. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se construye una cerca perimetral de protección para el banco de 400 metros de longitud. ✓ Las cercas se construyen con dos hilos de alambre y postes dispuestos cada 10 o 15 metros, dependiendo de la pendiente del terreno. ✓ Se sugiere usar postes metálicos y varilla de hierro corrugada de ½". ✓ El orden de disposición en la cerca es de un poste y dos varillas. ✓ La cantidad de accesorios para esta cerca se discriminan en la tabla de presupuesto. 	2*	Productor/ técnico

<p>Control de arvenses e insectos dañinos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Control insectos dañinos ✓ Plateo o control de arvenses ✓ Fertilización ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar competencia con plantas acompañantes. ✓ Minimizar el daño ocasionado por insectos dañinos. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hacer plateo o control de arvenses en todo el cultivo. ✓ El control de arvenses se puede localizar sobre el surco de siembra o realizar plateos alrededor de las plántulas. ✓ Aplicar fertilizante foliar con elementos minerales mayores (N-P-K) dos o tres veces durante el establecimiento. ✓ Ejercer vigilancia permanente de la incidencia de hormiga arriera y otros insectos dañinos. ✓ De acuerdo al tipo de ataque, utilizar el producto específico y seguir las recomendaciones de uso. ✓ 	<p>8*</p>	<p>Productor</p>
<p>Aprovechamiento del sistema</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar corte y suministro de los forrajes al ganado 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Suplementar a los animales de acuerdo a su estado productivo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El primer corte de los pastos se puede llevar a cabo a los 3 o 4 meses de la siembra. ✓ Luego del primer corte los pastos se deben aprovechar cada 35 o 45 días, de acuerdo a las condiciones de suelo y fertilización. ✓ La caña tarda de 10 a 12 meses en estar a punto para su aprovechamiento. Sin embargo, no pierde su calidad nutricional con el paso del tiempo, característica que la hace ideal para usar durante la temporada seca o en exceso lluvias. ✓ Los árboles y arbustos se cortan cada 60 o 90 días, dependiendo de la especie. ✓ Generalmente se obtienen entre 4 y 6 cortes al año, dependiendo de la especie. Sin embargo, el tiempo entre cortes dependerá de la calidad del suelo, de la aplicación de abonos y del uso de herramientas de corte filosas que no lesionen el tallo. ✓ El aprovechamiento de los forrajes se debe hacer en el estado de mejor contenido nutricional (al momento de iniciar la floración). 	<p>0.5**</p>	
<p>Mantenimiento del sistema</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fertilización ✓ Aforo de forraje. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener la productividad y persistencia de los forrajes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es imprescindible fertilizar los bancos debido a su alta productividad. ✓ La fertilización se debe realizar después de cada corte con alguna fuente de estiércol compostado (gallinaza, porquinaza, bovinaza), a razón de una tonelada por hectárea. ✓ Si se hace una vez al año se debe emplear entre 3 y 4 toneladas por hectárea. ✓ 20 o 30 días después del corte se recomienda usar un fertilizante foliar que contenga minerales mayores y menores. ✓ Hacer aforo del forraje disponible en época de lluvias y en época seca. ✓ Es conveniente hacer podas para uniformizar la altura de los árboles y arbustos y estimular el rebrote del follaje. ✓ Revisar el estado de las cercas para evitar la entrada de animales que afecten el cultivo. 	<p>8*</p>	<p>Productor/ técnico</p>

4.5 Costos de establecimiento y mantenimiento de la tecnología

En la tabla 4.6 se presentan los costos de establecimiento de una hectárea de un banco de forrajes en la Orinoquía. Dichos costos fueron obtenidos a través de tres fuentes: 1) listado de costos de insumos y factores de la producción agropecuaria - agosto 2022 del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del sector agropecuario SIPSA para la región de la Orinoquía, 2) los costos de promedios anuales del 2022 de almacenes regionales y nacionales y 3) los costos estimados y obtenidos en el proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible de los años 2018 a 2020 y fincas demostrativas de CIPAV.

En general, los costos de establecimiento para un banco forrajero en la región de la Orinoquía se pueden agrupar en 6 componentes:

1. Adecuación y preparación de suelos
2. Establecimiento de forrajes
3. Plantación de árboles
4. División de potreros con franjas (instalación de cerca eléctrica)
5. Instalación de riegos
6. Otros costos

Cada rubro incluye actividades e insumos para la implementación de las tecnologías seleccionadas. El costo de los jornales (mano de obra) se realizó teniendo en cuenta el artículo 134 del código sustantivo del trabajo y los respectivos conceptos de prestaciones sociales liquidados sobre los días trabajados y a su vez obteniendo el número de horas trabajadas al mes. Para efectos del cálculo se realizó la base sobre mes igual a 30 días y jornadas de 8 horas diarias. Es así como se determinó que la hora/jornal equivale a 5.000 COP aproximadamente.

Tabla 4.6. Costos de referencia para establecer una hectárea en bancos forrajeros

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Adecuación y preparación de suelos					
1.1 Materiales e insumos					
Análisis de suelo	Muestra	1	125.000,00	125.000,00	30,46
Mecanización con rastra de discos	servicio/ha	1	120.000,00	120.000,00	29,24
Mecanización con arado de cincel	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Mecanización con caballoneador	servicio/ha	1	120.000,00	120.000,00	29,24
Herbicida glifosato	Galón	1	276.372,00	55.274,40	13,47
1.2 Enmiendas					
Cal dolomita	kg	1000	304,00	304.000,00	74,07
Cloruro de potasio	kg	100	5.180,00	518.000,00	126,21
DAP	kg	100	5.120,00	512.000,00	124,75
Urea	kg	100	5.100,00	510.000,00	124,26
1.3 Mano de obra para adecuación y preparación de suelos					
Aplicación herbicida	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62

Aplicación enmienda	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Sub-total				2.684.274,40	654,01
2. Establecimiento de forrajes					
2.1 Materiales e insumos					
Caña/pasto de corte	kg	1500	450,00	675.000,00	164,46
Semilla Cratilia	kg	2	200.000,00	400.000,00	97,46
Semilla Matarratón	kg	1	200.000,00	200.000,00	48,73
Botón de oro	plántula	1500	65,00	97.500,00	23,76
Melina	plántula	1500	1.500,00	2.250.000,00	548,20
Insecticidas (Atta Kill)	kg	1	18.000,00	18.000,00	4,39
2.2 Mano de obra siembra de forrajes					
Siembra de forrajes	Jornal	30	60.000,00	1.800.000,00	438,56
Sub-total				5.440.500,00	1.325,56
3. Plantación de árboles					
3.1 Materiales e insumos					
Abono organico (Rumicompost) * 40 kilos	Bulto	100	20.000,00	2.000.000,00	487,29
Fertilizante foliar	Litro	1	23.000,00	23.000,00	5,60
3.2 Mano de obra					
Plateo y fertilización	Jornal	10	60.000,00	600.000,00	146,19
Sub-total				2.623.000,00	639,08
4. Cerca eléctrica perimetral					
4.1 Materiales e insumos - Cerca eléctrica + Accesorios					
Alambre galvanizado C-14 Rollo x 25 Kg CE 1070	Rollo	0,88	315.000,00	277.200,00	67,54
Cable Aislado Rollo x 50 m	Rollo	0,2	40.000,00	8.000,00	1,95
Manguera aisladora	Rollo	0,2	18.000,00	3.600,00	0,88
Alambre dulce (amarre)	Rollo	0,5	10.000,00	5.000,00	1,22
Aislador pivote +clavo	Unidad	67	264,00	17.600,00	4,29
Tensores Galv/Caliente P Rojo Durespo	Unidad	8	5.500,00	44.000,00	10,72
Aislador terminal pera amarillo durespo	Unidad	16	780,00	12.480,00	3,04
Manigueta portillo amarilla	Unidad	2	6.000,00	12.000,00	2,92
Poste de metálico (de acero)	Unidad	11	33.000,00	366.666,67	89,34
Varilla de 1/2" de hierro corrugada	Unidad	22	9.333,33	207.407,41	50,53
Grapa larga 1 1/4 x 1000 gr	kg	0,1	12.000,00	1.200,00	0,29
4.3 Mano de obra instalación de Cerca eléctrica + Accesorios y Impulsor + Accesorios					
Instalación de cerco eléctrico	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Sub-total				1.075.154,07	261,96
5. Instalación de riego					

5.1 Materiales e insumos Acueducto ganadero + Accesorios					
Manguera de 1/2" calibre 60 * 100m	Rollo	1	220.000,00	220.000,00	53,60
Llave de paso de 1" naranja rosca	Unidad	1	25.000,00	25.000,00	6,09
Abrazadera de 1 1/4	Unidad	2	2.000,00	4.000,00	0,97
Abrazadera de 3/4	Unidad	2	2.000,00	4.000,00	0,97
T con reducción de 3/4 a 1/2"	Unidad	1	14.000,00	14.000,00	3,41
Hidrante 1/2" para riego	Unidad	1	20.000,00	20.000,00	4,87
Bayoneta 3/4" para hidrante	Unidad	1	5.000,00	5.000,00	1,22
Manguera de 1/2" jardín presión 150 psi	Metro	50	850,00	42.500,00	10,35
Tanque de 1000L conico negro	Unidad	1	550.000,00	55.000,00	13,40
Tubo presión de 1/2" * 6 metros	Unidad	0,5	25.000,00	12.500,00	3,05
Pegante PVC 1/16	Global	1	30.000,00	30.000,00	7,31
5.2 Mano de obra para Acueducto ganadero + Accesorios					
Instalación de acueducto ganadero	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Sub-total				552.000,00	134,49
7. Otros costos					
7.1 Equipo - Herramientas					
Palin	Unidad	1	22.000,00	2.200,00	0,54
Machete	Unidad	1	30.000,00	3.000,00	0,73
Lima	Caja	1	15.000,00	15.000,00	3,65
Ahoyadora	Unidad	1	65.000,00	13.000,00	3,17
Alicate	Unidad	1	15.000,00	15.000,00	3,65
Tijeras podar	Unidad	1	35.000,00	7.000,00	1,71
Guantes nitrilo	Par	2	16.000,00	6.400,00	1,56
Boquillas de aplicación agro quimicos	Unidad	1	10.000,00	2.000,00	0,49
Kit aplicación agroquímicos	Unidad	1	95.000,00	9.500,00	2,31
Sub-total				73.100,00	17,81
7.2 Transporte					
Transporte (6%)	Global	1		746.881,71	181,97
TOTAL				13.194.910,18	3.214,89

Los costos de establecimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

4.5.1 Consideraciones en la estimación de costos de establecimiento:

El banco mixto forrajero propuesto en esta nota técnica se compone de caña, pasto de corte, cratylia, matarratón, botón de oro y melina. Para el establecimiento se mecaniza el suelo con 1 o 2 pases de rasta, cincel y caballoneo, este último debido a que se realizan siembras de semilla directa en campo. Las enmiendas y/o correctivos a aplicar dependerán de los resultados del

análisis de suelos. Se consideran 3 jornales para la para la aplicación de enmiendas y herbicidas no selectivos.

La densidad de siembra final se estima entre 6000 y 7000 plantas por hectárea, cantidad que incluye todas las especies del sistema. Es necesario presupuestar un producto para el control de la hormiga arriera. La mano de obra necesaria para el trazado del terreno, siembra de material arbóreo, arbustivo y pastos se estima en 30 jornales por hectárea.

El abono orgánico se utiliza para mezclarlo con el suelo al momento de la siembra y mejorar la calidad de sistema radicular y permitir la optimización de la capacidad de infiltración. Este tipo de abonos comúnmente se componen de residuos orgánicos de origen animal (bovinaza, gallinaza, lombricomposta, etc.). Los fertilizantes foliares son usados como suplementos para la planta y el suelo que permiten optimizar el crecimiento y obtener nutrientes con mayor facilidad.

Es necesario construir una cerca perimetral de protección para el banco con alambre energizado Calibre 14, postes metálicos y varilla de hierro corrugado de ½". Para completar el montaje se requieren accesorios como cable aislado, manguera aisladora, alambre dulce, aisladores, tensores, manigueta, varillas y grapas. Para las épocas de verano se dispone de un punto de conexión para tomar agua que permita regar el cultivo. Este ítem contempla la mano de obra necesarios para el control de arvenses durante los primeros meses de establecimiento del banco de forrajes.

Herramientas manuales se utilizan para las tareas necesarias en la siembra y posteriormente en el control de arvenses durante los primeros meses de establecimiento.

Se incluye el costo de transporte que equivale a 6% de los costos totales. Sin embargo, el costo final de este ítem dependerá de la distancia, territorio, tipo de carretera, entre otros, hasta donde sea necesario movilizar los materiales.

4.6 Costo de mantenimiento

En la Tabla 4.7 se presentan los costos de mantenimiento anual de una hectárea de bancos forrajeros mixtos. Estos costos incluyen aplicación de abonos orgánicos para restituir los nutrientes que extraen las plantas forrajeras del suelo y fertilizantes De igual forma, este insumo es clave para estimular el desarrollo a nivel radicular y mano de obra para la aplicación de abonos.

Tabla 4.7. Costo de mantenimiento de una hectárea de banco de forrajes en la Orinoquía

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Materiales e insumos					
Abono organico (Rumicompost) * 40 kilos	Bulto	70	20.000,00	1.400.000,00	341,10
2. Mano de obra					
Fertilización	Jornal	4	60.000,00	240.000,00	58,48
Total				1.640.000,00	399,58

Los costos de mantenimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

4.7 Bibliografía de referencia

CIPAV, 2009. Módulo sistemas silvopastoriles. Núcleos Municipales de Extensión y Mejoramiento para Pequeños Ganaderos, Asistegan. Federación Colombiana de Ganaderos – FEDEGAN – FNG. <https://es.slideshare.net/Fedegan/sistemas-silvopastoriles-cc>

5. Estrategias de suplementación estratégica con ensilajes (posición 5 en el ranking)

5.1 Descripción de la práctica o tecnología

En el trópico, la gran mayoría de la ganadería tiene como su base alimentación los pastos naturales y mejorados al ser más abundantes y económicos, mientras que solo un 17% de los ganaderos integran a sus sistemas de alimentación la suplementación (Vega, 2010). Sin embargo, la disponibilidad del pasto durante todo el año no es constante debido a la estacionalidad de las precipitaciones y el efecto de la temperatura que repercuten en la cantidad de pasto para el consumo animal (Lavinto y Smith, 2017), esto trae como consecuencia una reducción en la productividad animal.

En la actualidad se está implementando el concepto de “ganadería climáticamente inteligente (CSCR, por sus siglas en inglés)”, que tiene como propósito aumentar la productividad y la rentabilidad económica sin efectos adversos al medio ambiente. Entre las prácticas CSCR se encuentra la suplementación estratégica que como su nombre lo indica es una ración adicional que se le suministra a los animales con el fin de que ellos completen sus requerimientos nutricionales que generalmente no son suplidos en su totalidad en una dieta solo de gramíneas. En la región de la Orinoquía colombiana se practican diferentes estrategias de suplementación entre ellas el suministro de ensilaje y se ofertan, por lo general, en sistemas doble propósito a los animales en etapa de cría o ceba.

El ensilaje es un método de conservación de uno o varios materiales vegetales en fresco que permite guardar sus propiedades durante un tiempo considerable. Consiste en primera instancia, en la preparación del material con ciertas especificaciones y su posterior disposición bajo diferentes formas de almacenamiento que aseguren un ambiente controlado. Aunque el ensilaje se puede suministrar en cualquier época del año, el suministro se socia con la época seca.

La preparación del ensilaje puede variar según las materias primas a usarse y como tal a la disponibilidad de ellas en la zona. Los materiales más usados para el ensilaje son el maíz, sorgo, soya, pastos de corte y especies forrajeras arbustivas y arbóreas. En la Figura 5.1 se presenta un diagrama simple de un cultivo de sorgo forrajero para ensilaje.

Para preparaciones de cantidades pequeñas se requieren pocos insumos y puede ser preparado manualmente, sin embargo, para almacenar grandes cantidades se requiere de infraestructura y maquinaria.

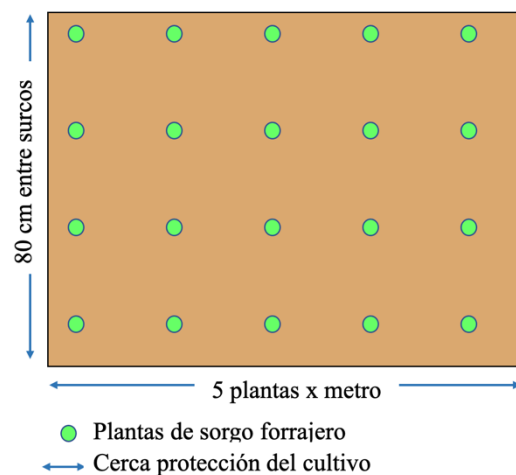


Figura 5.1. Cultivo de sorgo forrajero para ensilaje acueducto ganadero.

La suplementación con ensilaje se emplea en mayor medida en la altillanura y en el piedemonte, aunque en todas las regiones se puede implementar (Tabla 5.1).

Tabla 5.1 Aplicabilidad de la suplementación estratégica según la zona agroecológica y el sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Estrategias de suplementación estratégica ensilaje	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

El cultivo de sorgo forrajero comparado con el maíz tiene menores costos de producción, mejor capacidad de recuperación luego de periodos de sequías y mayor producción de materia seca bajo estas condiciones (Mejia et al, 2020). A partir de la literatura revisada se identificó que esta es una alternativa para la ganadería de la Orinoquía sostenible. En la Tabla 5.3 se presentan los valores promedios de los indicadores *CSCR*, enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación viabilidad económica y facilidad tecnológica.

5.2 Desempeño de la práctica o tecnología

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	2,4	UA/ha
	Ganancia de peso	0,6	kg/día
	Tiempo de evidencia	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	238	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	76	Ton C/ha anual
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	8214	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	6951	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	13,175,136.86 (3.210,07)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	N/A	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2,5	-
	Nivel de interés	2,8	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y entre paréntesis en dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de

prácticas. Facilidad tecnológica: es un pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación fueron: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés fueron: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: práctica de interés intermedio y >3: práctica de interés alto.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

De acuerdo con el grafico de desempeño del ensilaje de sorgo forrajero se pudo constatar que esta tecnología es fácil de implementar, que mejora la productividad de los sistemas de producción y mitiga las emisiones de carbono (Figura 5.2). Adicionalmente, se denota un alto desempeño en adaptación debido principalmente permite mantener una alta oferta forrajera. Sin embargo, el indicador de viabilidad económica obtuvo una calificación baja debido a que representa altos costos de establecimiento. Con base en la calificación promedio de los indicadores analizados, esta práctica ocupa la posición número 5 del ranking con una calificación promedio de 2,28 indicando que aunque puede ser una alternativa que implica altos costos de inversión es una tecnología adaptada al clima con alta viabilidad para ser implementada por los productores de la región de la Orinoquía.

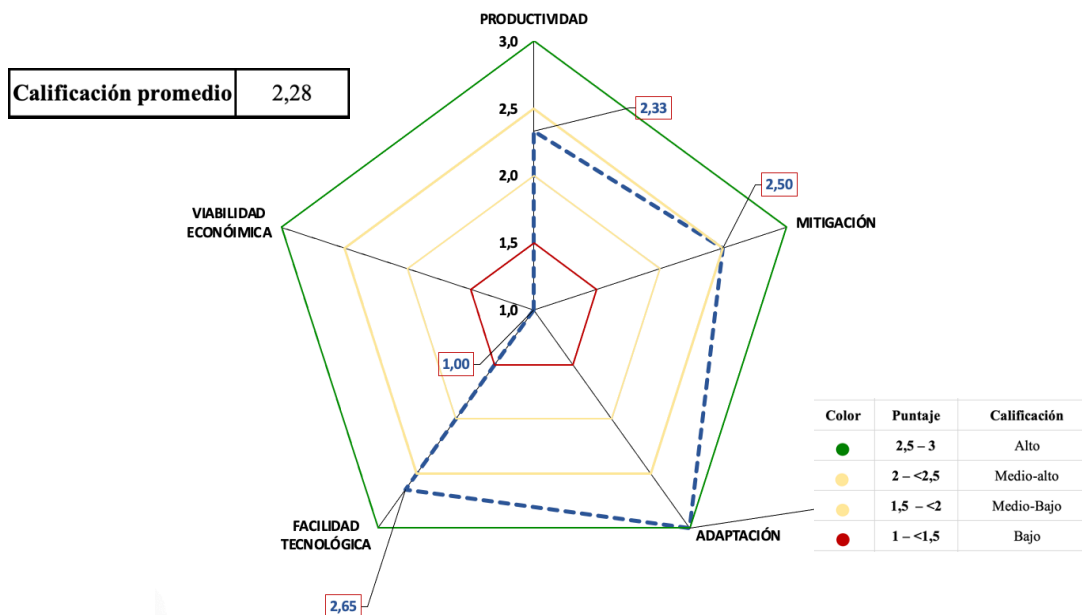


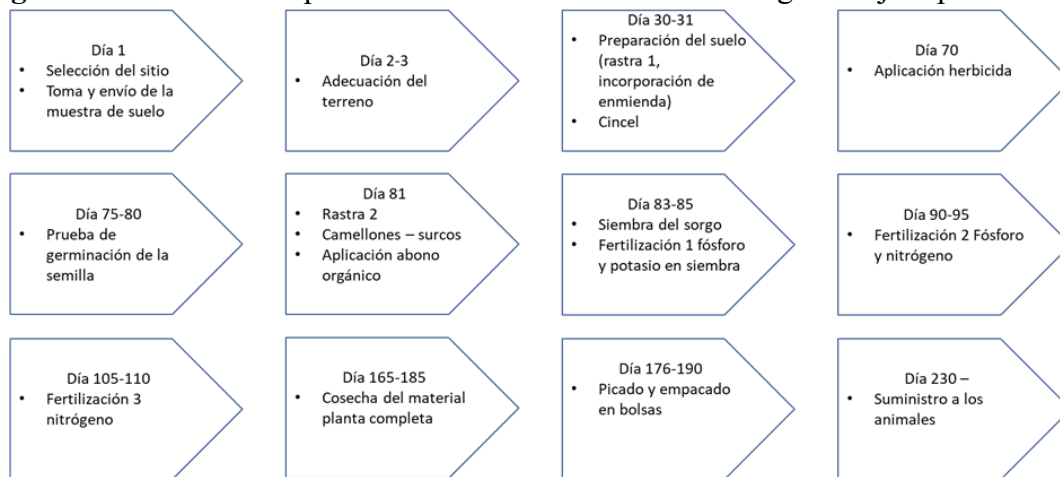
Figura 5.2 Desempeño de los ensilajes

5.3 Protocolo de establecimiento

El ensilaje como método de conservación de forrajes consiste en una manera para guardar el forraje producido y ser suministrado en otro espacio de tiempo. La mayoría de los forrajes se pueden ensilar. Los forrajes pueden ser los materiales presentes en los potreros como las pasturas, cultivos destinados para el ensilaje o frutos agrícolas. El material a utilizar se cosecha de forma manual, asistida o mecanizada para luego aun estando en fresco se almacena. La condición más importante para el almacenamiento es el aislamiento del material almacenado del espacio exterior para que el proceso de conservación se mantenga saludable y el ensilaje pueda ser suministrado.

El ensilaje se realiza delimitando el área a cosechar, ya sea la pastura establecida, un cultivo para ensilaje o frutos de cosechas agrícolas que por sus características nutricionales vale la pena almacenar. Este proceso se puede hacer en los predios ganaderos si allí se encuentra la materia prima, de lo contrario es posible adquirirlo y transportarlo para ser suministrado a los animales. El proceso empieza cosechando la materia prima para el ensilaje: las pasturas, los forrajes provenientes de bancos mixtos, producción de cultivos o frutos. Gracias a las ventajas, el ensilaje permite conservar la calidad de los forrajes cosechados en el tiempo, es por esto, que es importante cosechar los materiales en su punto óptimo de calidad/producción. A partir de la cosecha, se recomienda dejar secar el material en caso de tener alta saturación de humedad por periodos cortos de tiempo (1 día) y en constante movimiento para que el contenido de humedad sea igual en todas las partes. Luego este material se dispone en un lugar que brinde condiciones para el trabajo de picado, (espacio amplio, plano y de fácil acceso). Es recomendable que el picado del material se realice con un tamaño no mayor a 5 cm, este ejercicio puede realizarse de manera manual para pequeñas porciones, de manera asistida con máquinas picapastos o de manera mecanizada para grandes cantidades. Una vez el material este picado se procede a adicionar aditivos si es del caso, melaza u otros productos que mejoren los procesos fermentativos, con este paso se tiene listo el forraje para ser conservado. En la etapa de almacenamiento, la condición más importante es el aislamiento estricto del interior del recipiente con el ambiente exterior, para esto se han desarrollado diferentes métodos de conservación que permiten cumplir con esta condición dependiendo de la cantidad de forraje a conservar, la capacidad económica del productor, la disponibilidad de mano de obra y la disponibilidad de los insumos requeridos. Los diferentes métodos de ensilaje van desde bolsas plásticas que almacenan 40-50 kilos hasta silos especializados que pueden contener toneladas.

Figura 1.3. línea de tiempo del establecimiento de 1 ha de sorgo forrajero para ensilaje



El método de conservación en bolsas o en canecas plásticas es un método para conservar pequeñas cantidades. Por su tamaño, posee una mayor versatilidad para el manejo, transporte, comercialización y disposición final a los animales, este último aspecto minimiza las pérdidas ocasionadas por contaminación y exposición al ambiente. Depende de la consecución de las bolsas o de las canecas como insumos externos para su producción.

El silo de trinchera consiste en la excavación de tierra en un área que tenga al menos un 5% de pendiente. Las paredes pueden dejarse en tierra o ser recubiertas con plástico. En la trinchera se deposita el material, se compacta y posteriormente se tapa con una lona plástica para evitar que haya contacto con el ambiente exterior. Para el momento de usar el ensilaje, la abertura para sacar el ensilaje al momento de usarlo genera la entrada de aire externo desencadenando una contaminación y una posterior pérdida de alimento.

El silo tipo bunker es una estructura por encima del suelo, en la cual se levantan muros alrededor, dejando un lado para la entrada y salida. Los insumos para su establecimiento varían pudiéndose usar los materiales desde madera, hasta materiales de construcción. Sobre esta estructura se dispone el material a conservar, se compacta y se tapa con lonas plásticas evitando el contacto con el ambiente exterior.

El silo de montón es un tipo de silo que no requiere de construcciones, el lugar de conservación se escoge teniendo en cuenta principalmente un espacio con buen drenaje. El material se acumula en forma de montaña, se compacta y finalmente se tapa para evitar el contacto con el ambiente. El silo de montón puede conservar grandes cantidades de alimento, sin embargo, en el momento en el que se sacan porciones, la entrada de aire es inminente, lo que resulta en una contaminación y pérdida de material.

Por último, una vez el silo cuente con las características deseables luego de un periodo de 35 días de inicio del proceso, es viable para administrarse a los animales. Estas características se resumen en:

1. pH: No superior a 4,2

2. Olor: a vino o guarapo de caña, dulce. Nunca con olores rancios
3. Textura: Húmeda, fibrosa no pegajosa
4. Color: Verde oliva, café claro, caramelo. Nunca colores negros o blancos (Bueno Guzmán' et al., 2003)

Tabla 5.4. Actividades críticas para la el proceso de ensilaje

Pasos	Tareas	Objetivo	Resultados/Especificaciones técnicas	Días/ jornales	Responsable
Selección del sitio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seleccionar el sitio del establecimiento ✓ Tomar y enviar muestras de suelo a laboratorio 30 días antes de iniciar la preparación del terreno 	Determinar los requerimientos de enmiendas del suelo de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El sitio seleccionado debe presentar buen drenaje y no acumular agua lluvia durante varios días. ✓ En la medida de lo posible un espacio mecanizable ✓ Disponer de los resultados del análisis de suelo 	0.5	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Delimitar el área a intervenir 	Asilar el área, y proteger el cultivo del ganado	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El espacio designado protegido de ingreso no deseado de animales. Si es del caso encerrar 		Productor
Adecuación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Corte mecanizado, (guadaña pequeña- tractor) de la vegetación presente ✓ Retirar todos objetos que puedan afectar el trabajo de la maquinaria o las labores de establecimiento 	Despejar el terreno y eliminar obstáculos que interfieran en el trabajo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El terreno debe estar listo antes de iniciar la temporada de lluvias 	2	Productor/técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar primer pase de rastra 	Facilitar la entrada del cincel en el suelo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La mecanización se inicia con un pase de rastra pesada, ojalá de 20 discos 		Productor/A. técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicación de enmienda 	Cubrir los déficit de elementos del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las cantidades de elementos sugeridas en las enmiendas para gramíneas introducidas en la Orinoquía se encuentran en los siguientes rangos (Rincón et al, 2021): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 200-300 kg ha⁻¹ • P = 20-30 kg ha⁻¹ 		Productor/ técnico

			<ul style="list-style-type: none"> • K = 20-30 kg ha⁻¹ • Mg = 20-30 kg ha⁻¹ • S = 20-30 kg ha⁻¹ <p>✓ Las cantidades y las fuentes de minerales dependerá de los resultados del análisis de suelos.</p>		
	✓ Pases de cincel	✓ Romper las capas endurecidas del terreno Incorporar la enmienda.	<p>✓ Se hacen dos pases consecutivos de cincel que incorporan la enmienda al suelo</p> <p>✓ El primer cincel se traza a favor de la pendiente y el segundo se dirige diagonal al primero.</p> <p>✓ La profundidad de trabajo mínima del cincel deberá ser de 30 cm.</p>		
	✓ Segundo pase de rastra	✓ Controlar la proliferación de arvenses y reducir el tamaño de los terrones del suelo.	<p>✓ El segundo pase de rastra se realiza 50 días después de la incorporación de la enmienda.</p> <p>✓ Aplicar herbicida no selectivo en caso de ser necesario</p> <p>✓ Si el terreno es arenoso no se debe llevar a cabo la segunda rastra. En este caso se aplica un herbicida para limitar el crecimiento de las plantas acompañantes.</p>		
Siembra	✓ Sembrado con maquinaria	✓ Sembrar el maíz ajustando a 2 semillas por lugar de siembra en los caballones dispuestos por maquinaria.	✓ Se siembra el maíz a una distancia de siembra de 80 cm entre surcos y 4-5 semillas por metro lineal para una densidad superior a 60 000 plantas por ha. Para la semilla de grano grande se requieren 30-35 kg de semilla por ha, para grano pequeño, se requieren 20 -25 kg de semilla por ha.		Productor/ técnico
Control de arvenses	✓ Control de arvenses	✓ Controlar el crecimiento deseado de plantas en el cultivo	✓ Aplicación del preemergente antes de la siembra. Evaluar el crecimiento de las arvenses 15 días después de la siembra. Iniciar con control cultural (machete, guadaña) En caso de mucha proliferación, control químico.		Productor/ técnico

Fertilización	✓ Aplicar la fertilización al cultivo	✓ Cubrir los requerimientos de la planta para su desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 1 aplicación en siembra 23Kg P2O5- 30 kg K2O – 10 Kg elementos menores 2 T de compost ✓ 2 aplicación: 15 días 100 kg N 30 kg K2O ✓ 3 aplicación 30 días con 100 kg de N (Mejía-Kerguelén et al., 2020; Rincón et al., 2010) 		
Control de plagas	✓ Realizar controles para el control de plagas	✓ Mantener el cultivo sano durante su desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ En la siembra, liberar 50 pulgadas 2 de Trichogramma ✓ En el día 15 liberar 50 pulgadas 2 de Trichogramma ✓ En caso de ataques severos, usar productos inhibidores de la quitina ✓ Durante toda la siembra monitorear y erradicar plantas con síntomas de virus u hongos 		
Cosecha y recolección del material	✓ Cosechar del material sembrado	✓ Obtener la biomasa acumulada durante todo el proceso	✓ Cortar y recoger el material forrajero en el punto óptimo de calidad y producción		Productor/A. técnico
Picado y adición de los aditivos	✓ Preparar el material para ensilar	✓ Picar todo el material con las especificaciones	✓ Cortar el material forrajero con un tamaño de corte de 5 cm y adicionar de manera uniforme los aditivos si es del caso		Productor
Almacenamiento y compactación	✓ Almacenar la biomasa preparada	✓ Empacar y compactar la biomasa en destino final	✓ Disponer del material picado en el espacio destinado para su conservación. Posteriormente compactarlo lo mejor posible intentando dejar el mínimo de aire entre el material		Productor
Sellado	✓ Terminación del proceso de preparación	✓ Retirar la mayor cantidad de aire del espacio	✓ Aislamiento del ambiente exterior		Productor/A. técnico
Disposición y almacenaje	✓ Disponer del material en el lugar final	✓ Proteger el material del ambiente exterior	✓ Disponer del silo en lugares secos si aplica. Ejecutar el plan de control de plagas para evitar pérdidas		Productor/A. técnico

5.4 Prácticas de manejo recomendadas

- Para los cultivos para ensilaje, cosechar el material en el punto donde se tenga una buena producción de biomasa de alta calidad. Para el maíz se realiza cuando el grano este aún lechoso.
- Compactar capa por capa el ensilaje a la hora de disponerlo durante el almacenamiento, así mismo, reducir al máximo la cantidad de aire adentro de la estructura de conservación.
- Tener un plan de control de plagas que permita mantener la integridad de los materiales usados para cubrir el alimento es vital para reducir las pérdidas por contaminación.
- Durante el retiro de porciones de ensilaje en diferentes espacios de tiempo, asegurar que las capas superficiales contaminadas no vayan a consumo animal. De igual forma volver a sellar muy bien evitando al máximo la entrada de aire cada vez que se abre .
- La asociación de diferentes forrajes para el ensilaje es recomendada con una relación de 70 % el componente energético o fibroso y 30% el componente proteico.
- El suministro a los animales debe ser graduado cuando se suministra por primera vez. Este proceso se recomienda iniciando con el suministro de porciones pequeñas en un principio, incrementando diariamente la cantidad suministrada hasta alcanzar la cantidad deseada.

5.5 Costo de establecimiento

En la tabla 5.5 se presentan los costos para establecer y ensilar una hectárea de Sorgo Forrajero en la Orinoquía. Dichos costos fueron obtenidos a través de tres fuentes: 1) listado de costos de insumos y factores de la producción agropecuaria - agosto 2022 del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del sector agropecuario SIPSA para la región de la Orinoquía, 2) los costos de promedios anuales del 2022 de almacenes regionales y nacionales y 3) los costos estimados y obtenidos en el proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible de los años 2018 a 2020 y fincas demostrativas de CIPAV.

En general, los costos de establecimiento para establecer y ensilar una hectárea de Sorgo Forrajero en la región de la Orinoquía se pueden agrupar en 7 componentes:

1. Adecuación y preparación de suelos
2. Establecimiento de pastos y leguminosas
3. Fertilización del cultivo
4. Cosecha
5. Otros costos
6. Control de plagas
7. Transporte

Cada rubro incluye actividades e insumos para la implementación de las tecnologías seleccionadas. El costo de los jornales (mano de obra) se realizó teniendo en cuenta el artículo 134 del código sustantivo del trabajo y los respectivos conceptos de prestaciones sociales liquidados sobre los días trabajados y a su vez obteniendo el número de horas trabajadas al mes.

Para efectos del cálculo se realizó la base sobre mes igual a 30 días y jornadas de 8 horas diarias. Es así como se determinó que la hora/jornal equivale a 5.000 COP aproximadamente.

Tabla 5.5. Costos de establecimiento y ensilaje de una hectárea de Sorgo Forrajero

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Adecuación y preparación de suelos					
1.1 Materiales e insumos					
Análisis de suelo	Muestra	1	125.000,00	125.000,00	30,46
Mecanización con rastra de discos	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Mecanización con arado de cincel	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Mecanización con caballoneador	servicio/ha	1	120.000,00	120.000,00	29,24
Herbicida glifosato	Galón	1	276.372,00	55.274,40	13,47
1.2 Enmiendas					
Cal dolomita	kg	2000	304,00	608.000,00	148,14
Abono orgánico (Rumicompost) * 40 kilos	Bulto	100	20.000,00	2.000.000,00	487,29
1.3 Mano de obra para adecuación y preparación de suelos					
Aplicación herbicida	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Aplicación enmienda	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Sub-total				3.568.274,40	869,40
2. Establecimiento de forrajes					
2.1 Materiales e insumos					
Semilla de Sorgo	kg	14	24.000,00	336.000,00	81,87
Preemergente	Litro	3	30.000,00	90.000,00	21,93
Insecticida general (Lorsban)	Litro	2	51.000,00	102.000,00	24,85
Trichogramma	pulgada	100	450,00	45.000,00	10,96
2.2 Mano de obra siembra de forrajes					
Aplicación de agroquímicos	Jornales	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Siembra manual	Jornales	10	60.000,00	600.000,00	146,19
Sub-total				1.293.000,00	315,03
3. Fertilización del cultivo					
3.1 Materiales e insumos					
Cloruro de potasio	kg	50	5.180,00	259.000,00	63,10
DAP	kg	100	5.120,00	512.000,00	124,75
Urea	kg	150	5.100,00	765.000,00	186,39
3.2 Mano de obra					
Fertilización	Jornal	4	60.000,00	240.000,00	58,48

Sub-total				1.776.000,00	432,72
4. Cosecha					
4.1 mano de obra cosecha					
Cosecha	Jornales	20	60.000,00	1.200.000,00	292,38
Picado y empacado	Jornales	20	60.000,00	1.200.000,00	292,38
Sub-total				2.400.000,00	584,75
5. Otros costos					
5.1 Equipo - Herramientas					
Picapasto	Unidad	1	2.000.000,00	200.000,00	48,73
Ensiladora manual	Unidad	1	1.600.000,00	160.000,00	38,98
Bolsas	Unidad	800	1.800,00	1.440.000,00	350,85
Melaza	kilos	840	1.600,00	1.344.000,00	327,46
Aditivos	Unidad	1	160.000,00	160.000,00	38,98
Palin	Unidad	1	22.000,00	2.200,00	0,54
Machete	Unidad	1	30.000,00	3.000,00	0,73
Lima	Caja	1	15.000,00	15.000,00	3,65
Guantes nitrilo	Par	2	16.000,00	6.400,00	1,56
Boquillas de aplicación agro químicos	Unidad	1	10.000,00	2.000,00	0,49
Kit aplicación agroquímicos	Unidad	1	95.000,00	9.500,00	2,31
Sub-total				3.342.100,00	814,29
6. Control de plagas					
Control plagas roedores	caja	5	10.000,00	50.000,00	12,18
Sub-total				50.000,00	12,18
7. Transporte					
Transporte (6%)	Global	1		745.762,46	181,70
Sub-total					
TOTAL				13.175.136,86	3.210,07

Los costos de establecimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

Para esta práctica no se incluyeron costos de mantenimiento ya que se plantea cosechar todo lo sembrado para el proceso de ensilaje. Esta práctica se sugiere para programas de planificación forrajera que permita tener comida para los momentos de baja productividad de forraje por época de bajas precipitaciones o eventos climáticos que influyan en la producción de los recursos forrajeros como las pasturas.

6. Bibliografía de referencia

Bueno Guzmán', G., Pardo Barbosa', O., & Lvlojicar, J. E. (2003). Ensilaje de cultivos forrajeros para la alimentación de bovinos en el Piedemonte Llanero.

Laulate Lavinto, J. S. (2017). Concentraciones de humus líquido enriquecido y su efecto en el comportamiento agronómico del pasto *Brachiaria brizantha* cv. MG5 Xaraes en Zungarococha, Iquitos

Mejía-Kerguelén, S., Tapia, J., Atencio, M. L., & Sánchez, L. A. (2020). Corpoica V-114 y Corpoica V-159 Variedades de maíz de alta producción para la región Caribe de Colombia Colección Transformación del Agro. <https://orcid.org/0000-0002-3040-4458>

Rincón, Á., Bueno, G. A., Álvarez, L., Pardo, Ó., Pérez, O., & Caicedo, S. (2010). Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos. Corpoica. www.produmedios.org

Vega Marín, M. A. (2010). Uso de residuos celulósicos de la agroindustria para la producción de bioetanol (Tesis de grado, QUITO/PUCE/2010)

7. Pasturas introducidas (posición 6 en el ranking)

7.1 Descripción de la práctica o tecnología

Los pastos introducidos son especies de gramíneas y leguminosas que tienen origen en diferentes partes del mundo, que se incorporan a las praderas de las fincas ganaderas de una región o del país luego de ser evaluada su adaptación a las condiciones edafoclimáticas locales y de comprobar que tienen mayor productividad que las especies nativas.

La introducción de pastos en la Orinoquía es una de las tecnologías más adoptadas en la región con el objetivo mejorar los índices de productividad de las sábanas nativas o de renovar las praderas degradadas. Las especies de mayor difusión son el pasto dulce (*Brachiaria humidicola*), pasto llanero (*Urochloa dictyoneura*) y el pasto amargo (*Urochloa decumbens*) (Rincón, et al, 2010); todos ellos proceden de África.

En las dos últimas décadas se han liberado otros cultivares como *Brachiaria brizantha* cv. Marandú y Toledo y variedades mejoradas como el pasto mulato I (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú x *Brachiaria ruziziensis*) y mulato II (*B. ruziziensis* x *B. decumbens*). Dentro de las leguminosas tenemos maní forrajero (*Arachis pintoi*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y Mequenque (*Desmodium ovalifolium*) (Rao, et al. 2015). En la Tabla 6.1 se listan las características más relevantes de estos pastos, entre las que se destaca su tolerancia a suelos ácidos y de baja fertilidad.

Tabla 6.1. Características de gramíneas y leguminosas de mayor importancia en la Orinoquía.

Especies	Semilla/ha	Fertilidad del suelo	Tolerancia a encharcamiento	Tolerancia a mión**	Primer pastoreo *
<i>Brachiaria humidicola</i>	5 - 6 kg	Baja-media	Media – alta	Media	60 -90 días
<i>Urochloa decumbens</i>	3 – 4 kg	Baja-media	Baja	Baja	60 -90 días
<i>Urochloa dictyoneura</i>	6 – 10 kg	Baja	Alta	Media	100-150 día
<i>B. brizantha</i> cv. Marandú	4 kg	Media -Alta	Baja	Alta	90 días
<i>B. brizantha</i> cv. Toledo	6 kg	Media -Alta	Baja	Media	60 -90 días
<i>B. híbrido</i> cv. Mulato II	8 kg	Media -Alta	Baja	Media - alta	90-120 días
Kudzú <i>Pueraria phaseoloides</i>	2 – 3 kg	Media -Alta	Media – alta	Media	100-120 días
Maní forrajero <i>Arachis pintoi</i>	5 – 6 kg	Media -Alta	Media – baja	---	100-120 días

* Días después de la germinación

** Mión de los pastos o salivazo (*Aeneolamia* sp., *Zulla* sp.)

Fuente: Peters y Col., 2011

En la Figura 6.1 se ilustra el esquema de una hectárea con pastos introducidos.

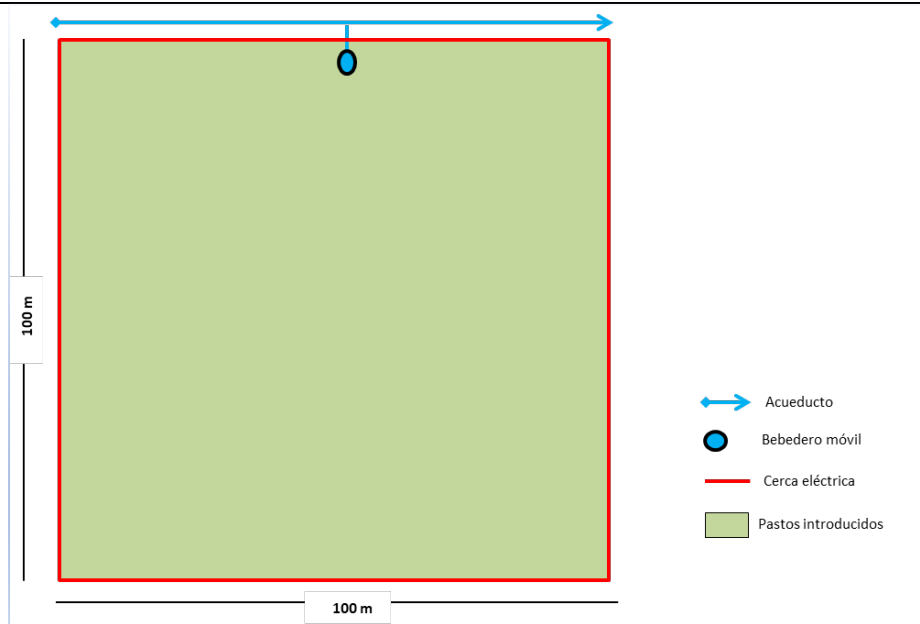


Figura 6.1 Arreglo espacial para una hectárea de pastos introducidos con cerca eléctrica perimetral y acueducto ganadero.

7.2 Aplicabilidad de la práctica o tecnología

En la Tabla 6.2 se describen las zonas agroecológicas y el tipo de ganadería donde es posible implementar los pastos introducidos en la Orinoquía colombiana. Hay que tener presente que la selección de la o las especies a sembrar dependerá de su desempeño frente a las condiciones del sitio en cuanto a la fertilidad del suelo, incidencia de encharcamiento y tolerancia a mión de los pastos.

Tabla 6.2. Aplicabilidad de las pasturas introducidas de acuerdo con zona agroecológica y el tipo de sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Pastos introducidos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

7.3 Desempeño de la práctica o tecnología

De acuerdo con la revisión de literatura, en la Tabla 6.3 se presentan los valores promedios de los indicadores *CSCR*, enmarcados en los pilares productividad, mitigación y adaptación.

Tabla 6.3. Ejemplos de índices de productividad en pasturas introducidas en la Orinoquía

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	1,7	UA/ha
	Ganancia de peso	0,49	kg/día
	Tiempo de evidencia	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	212	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	72	Ton C/ha anual
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	2278	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	1506	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	2.732.016,86 (665,65)	COP/ha (US)
	Costos de establecimiento	2.240.000,00 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2,4	-
	Nivel de interés	2,5	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y entre paréntesis en dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la República entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: es un pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación fueron: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés fueron: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: práctica de interés intermedio y >3: práctica de interés alto.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 6.4.

Tabla 6.4. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

Las pasturas introducidas o renovación de pasturas como es conocida comúnmente por los productores de la región de la Orinoquía Colombiana mostraron que esta es una práctica de

ganadería con un desempeño alto en viabilidad económica y medio para los pilares productividad, mitigación y facilidad tecnológica (Figura 6.2). Sin embargo, esta práctica denota baja nivel de adaptación a la variabilidad climática (Figura 6.2), debido probablemente a que las pasturas mejoradas genéticamente por si solas no representan una mayor productividad del forraje (indicador seleccionado para evaluar adaptación). Para que la introducción de las pasturas sea una alternativa exitosa se requiere incluir un manejo adecuado de estas. Considerando estos aspectos, la calificación promedio de los indicadores analizados para esta práctica fue de 2,18 ocupando la posición 6 en el ranking de prácticas y tecnologías *CSCR* para la región de la Orinoquía.

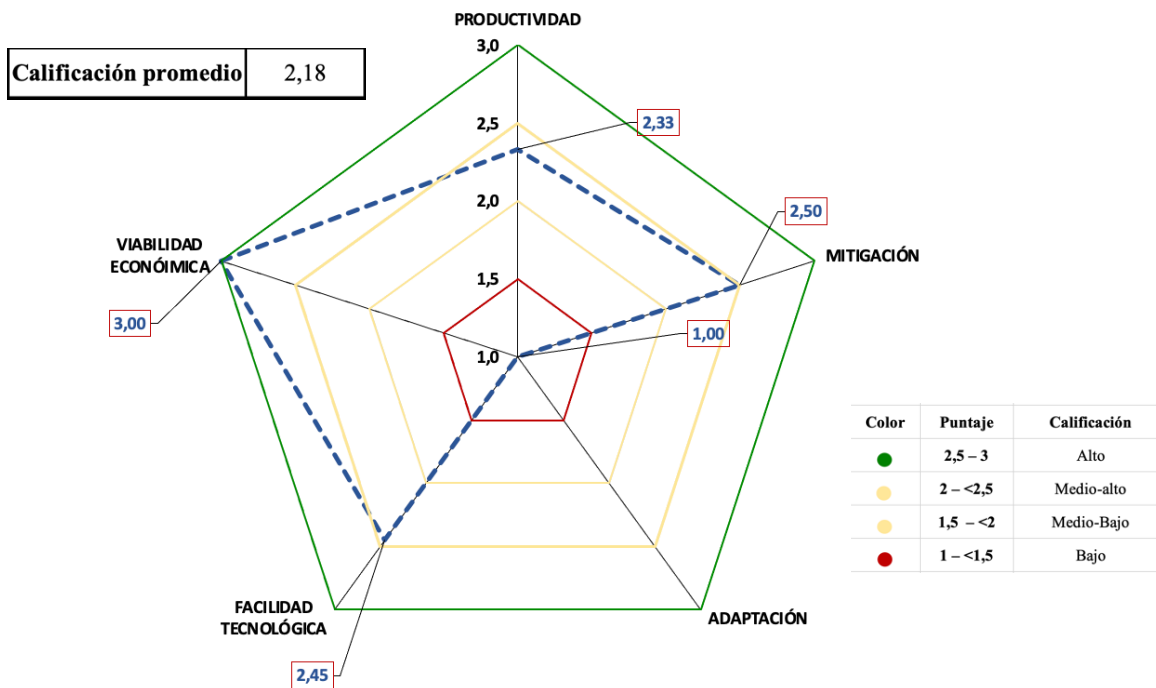


Figura 6.2 Desempeño de las pasturas introducidas

7.4 Protocolo de establecimiento

El establecimiento de pastos introducidos requiere del cumplimiento de las actividades descritas en la Tabla 6.5. El tiempo estimado para llevar a cabo todas las labores demanda alrededor de 180 días calendario, Figura 6.2. Este tiempo incluye los periodos de espera requeridos para disponer de los resultados del análisis de suelo, que la cal haga efecto como enmienda en el suelo y que los pastos se encuentren a punto para ser pastoreados. Sin embargo, el tiempo efectivo requerido para llevar a cabo todas las tareas desde la selección del sitio de trabajo hasta realizar el primer pastoreo es de 18 días.

Figura 6.2. Línea de tiempo del establecimiento de una hectárea de pastos introducidos en la Orinoquía

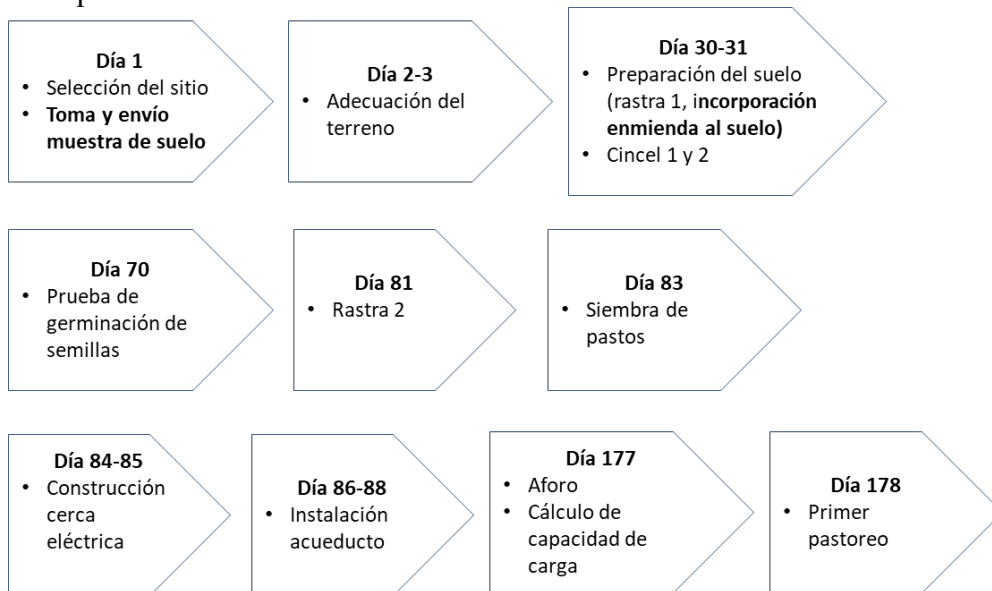


Tabla 6.5. Protocolo para el establecimiento de una hectárea de pastos introducidos en la Orinoquía

Actividad	Tareas	Objetivo	Resultados/Especificaciones técnicas	Días/ jornales*	Responsable
Selección del sitio	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seleccionar el sitio del establecimiento ✓ Tomar y enviar muestras de suelo a laboratorio 30 días antes de iniciar la preparación del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar los requerimientos de enmiendas del suelo de acuerdo a los resultados del análisis de suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El sitio seleccionado debe presentar buen drenaje y no acumular agua lluvia durante varios días. ✓ Disponer de los resultados del análisis de suelo 	0.25	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Levantar el polígono del terreno con GPS 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Georreferenciar y determinar el área del terreno. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Imprimir el polígono del terreno ubicando los sitios claves (cercas, árboles, quebradas, caminos, etc.) 	0.25*	Técnico
Adecuación del terreno	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Sobrepastorear el terreno ✓ Retirar todos objetos que puedan afectar el trabajo de la maquinaria o las labores de establecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Despejar el terreno y exponer obstáculos que interfieran en el trabajo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Disponer de un grupo de animales para hacer la mayor presión de pastoreo posible, aprovechar el forraje disponible y despejar el terreno ✓ El terreno debe estar listo antes de iniciar la temporada de lluvias 	2	Productor/ técnico
Preparación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar primer pase de rastra 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facilitar la entrada del cincel en el suelo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La mecanización se inicia con un pase de rastra pesada, ojalá de 20 discos. 	2	Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Posterior a la rastra se esparce la enmienda en el terreno. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aplicar las enmiendas requeridas al suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las cantidades de elementos sugeridas en las enmiendas para gramíneas introducidas en la Orinoquía se encuentran en los siguientes rangos (Rincón et al, 2022): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 200-300 kg ha⁻¹ • P = 20-30 kg ha⁻¹ • K = 20-30 kg ha⁻¹ • Mg = 20-30 kg ha⁻¹ • S = 20-30 kg ha⁻¹ ✓ Las cantidades y las fuentes de minerales dependerá de los resultados del análisis de suelos. 		Productor/ técnico
	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Pase de cincel ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Romper las capas endurecidas del terreno ✓ Incorporar la enmienda. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se hacen dos pases consecutivos de cincel que incorporan la enmienda al suelo ✓ El primer cincel se traza a favor de la pendiente y el segundo se dirige diagonal al primero. 	Productor/ técnico	

	✓ Segundo pase de rastra	✓ Controlar la proliferación de arvenses y reducir el tamaño de los terrones del suelo. ✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La profundidad de trabajo mínima del cincel deberá ser de 30 cm. ✓ El segundo pase de rastra se realiza 50 días después de la incorporación de la enmienda. ✓ Aplicar herbicida no selectivo en caso de ser necesario ✓ Si el terreno es arenoso no se debe llevar a cabo la segunda rastra. En este caso se aplica un herbicida para limitar el crecimiento de las plantas acompañantes. 		Productor/ técnico
Siembra de pastos	✓ Consecución de semillas de gramíneas certificadas.	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Establecer una pradera con la mayor cobertura y persistencia posible. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Realizar prueba de germinación a la semilla de pasto dos o tres semanas antes de la siembra. ✓ Mezclar entre 6 y 5 kg de semillas de gramíneas por hectárea, dependiendo de la variedad o especie. ✓ Aplicar insecticida a la semilla antes de la siembra. ✓ La semilla se debe esparcir de manera uniforme en todo el lote. ✓ La siembra se puede hacer manual, con sembradora manual o mecánica. ✓ Tapar la semilla con ramas (incrementa la germinación). ✓ Las gramíneas disponibles en la región son <i>Brachiaria humidicola</i>, <i>Urochloa decumbens</i>, <i>U. dictyoneura</i>, <i>B. brizantha</i> cultivares Toledo, Mulato, Marandú, Xaraes. ✓ Las leguminosas más comunes son Kudzú <i>Pueraria phaseoloides</i>, maní forrajero <i>Arachis pintoi</i>. ✓ Mezclar dos o más variedades de pastos que tengan hábito de crecimiento diferente: unas de crecimiento erecto con otras con tendencia a ser rastreras. 	1*	Productor/ técnico
			<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es necesario controlar las especies acompañantes de hoja ancha y gramíneas no deseadas durante los dos primeros meses de la siembra. 	4*	
Construcción de cerca eléctrica	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hoyado para postes ✓ Instalación de postes y alambre ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cercar las áreas de pastoreo para controlar el movimiento del ganado. ✓ Maximizar el aprovechamiento del forraje disponible. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Las cercas se construyen con dos hilos de alambre y postes dispuestos cada 10 o 15 metros, dependiendo de la pendiente del terreno. ✓ Se necesitan 2 rollos de alambre de 25 kilos Calibre 14 y 66 postes. ✓ Se sugiere usar postes metálicos y varilla de hierro corrugada de ½”. 	2*	Productor/ técnico

		✓	<ul style="list-style-type: none"> ✓ El orden de disposición en la cerca es de un poste y dos varillas. ✓ La cantidad de accesorios como tensores, aisladores, alambre aislado y alambre dulce para amarre dependerá de la disposición de la cerca en el campo y la topografía del terreno. 		
Instalación acueducto ganadero	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Localización de toma de agua ✓ Distribución e instalación de mangueras de conducción ✓ Instalación de tanque reservorio, bebedero móvil 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ofrecer agua al ganado en el sitio de pastoreo de manera permanente. ✓ 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para una hectárea se requieren los siguientes elementos básicos: <ul style="list-style-type: none"> • 125 m de manguera de ¾" • 75 m de manguera de 1/2" • 2 hidrantes de ½" • 2 reducciones de ¾" a ½" • 1 llave de paso de ½" • 1 bebedero de 250 litros (presta servicio hasta 10 ha) • 1 tanque reservorio de 1000 litros 	3*	Productor/ técnico
Primer pastoreo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aforo de forraje disponible ✓ Cálculo de la capacidad de carga 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Determinar la capacidad de carga del sistema 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Aforo del forraje verde disponible en la pradera. ✓ Calcular la capacidad de carga ✓ El primer pastoreo se debe hacer con animales livianos. ✓ Revisar el correcto funcionamiento de la cerca eléctrica. 	0.5*	Productor/ técnico
Mantenimiento de praderas cada año	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fertilización ✓ Aforo de forraje y ajuste de la carga animal. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Mantener la productividad y persistencia de los forrajes 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ La fertilización de mantenimiento se debe hacer cada año. ✓ Para suelos oxisoles de la Orinoquía se sugieren estas cantidades (Roncón et al, 2022): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 18 kg ha⁻¹ • P = 20 kg ha⁻¹ • K = 18 kg ha⁻¹ • Mg = 20 kg ha⁻¹ • S = 30 kg ha⁻¹ • N = 110 kg ha⁻¹ ✓ Las cantidades mencionadas sólo son de referencia y se deben modificar según los resultados de análisis de suelo del sitio de trabajo. ✓ Hacer aforo del forraje disponible en época de lluvias y en época seca. ✓ Ajustar la carga animal en cada época del año. 	2*	Productor/ técnico



Foto 1. Al momento de comprar la semilla verificar en la etiqueta de información de cada paquete la fecha de vencimiento, fecha de realización del análisis de la semilla, % de pureza y germinación y si esta información cuenta con la aprobación del ICA.



Foto 2. Montaje de prueba de germinación de semillas.

7.5 Costos de establecimiento

En la tabla 6.6 se presentan los costos de establecimiento de una hectárea de pasturas introducidas en la Orinoquía. Dichos costos fueron obtenidos a través de tres fuentes: 1) listado de costos de insumos y factores de la producción agropecuaria - agosto 2022 del Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del sector agropecuario SIPSA para la región de la Orinoquía, 2) los costos de promedios anuales del 2022 de almacenes regionales y nacionales y 3) los costos estimados y obtenidos en el proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible de los años 2018 a 2020 y fincas demostrativas de CIPAV.

En general, los costos de establecimiento para una hectárea de pasturas introducidas en la Orinoquía consideran 4 componentes:

1. Adecuación y preparación de suelos
2. Establecimiento de pastos y leguminosas
3. Instalación de acueducto ganadero
4. Otros costos

Cada rubro incluye actividades e insumos para la implementación de las tecnologías seleccionadas. El costo de los jornales (mano de obra) se realizó teniendo en cuenta el artículo 134 del código sustantivo del trabajo y los respectivos conceptos de prestaciones sociales liquidados sobre los días trabajados y a su vez obteniendo el número de horas trabajadas al mes. Para efectos del cálculo se realizó la base sobre mes igual a 30 días y jornadas de 8 horas diarias. Es así como se determinó que la hora/jornal equivale a 5.000 COP aproximadamente.

Tabla 6.5 Costo de establecimiento de pasturas introducidas por hectárea en la Orinoquía

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Adecuación y preparación de suelos					
1.1 Materiales e insumos					
Análisis de suelo	Muestra	1	125.000,00	125.000,00	30,46
Mecanización con rastra de discos	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Mecanización con arado de cincel	servicio/ha	2	120.000,00	240.000,00	58,48
Herbicida glifosato	Galón	1	276.372,00	55.274,40	13,47
1.2 Enmiendas					
Cal dolomita	kg	500	304,00	152.000,00	37,03
Yeso agrícola	kg	150	800,00	120.000,00	29,24
Cloruro de potasio	kg	50	5.180,00	259.000,00	63,10
1.3 Mano de obra para adecuación y preparación de suelos					
Aplicación herbicida	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Aplicación enmienda	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Sub-total				1.311.274,40	319,49
2. Establecimiento de pastos					
2.1 Materiales e insumos					
Semilla gramíneas brachiaria decumbens	kg	5	43.000,00	215.000,00	52,38
Semilla gramíneas brizantha marandú	kg	5	46.000,00	230.000,00	56,04
Insecticidas para semilla gramíneas (Lorsban)	Litro	0,5	51.000,00	25.500,00	6,21
2.2 Mano de obra siembra de pastos					
Siembra de gramíneas y leguminosa	Jornal	1	60.000,00	60.000,00	14,62
Sub-total				530.500,00	129,25
5. Instalación de acueducto ganadero					
5.1 Materiales e insumos Acueducto ganadero + Accesorios					
Tanque bebedero 250 + flotador	Unidad	1	230.000,00	46.000,00	11,21
Manguera de 3/4" calibre 60 * 100m	Rollo	1	132.000,00	132.000,00	32,16
Manguera de 1/2" calibre 60 * 100m	Rollo	0,5	220.000,00	110.000,00	26,80
Llave de paso de 1" naranja rosca	Unidad	1	25.000,00	25.000,00	6,09
Abrazadera de 1 1/4	Unidad	4	2.000,00	8.000,00	1,95
Abrazadera de 3/4	Unidad	4	2.000,00	8.000,00	1,95
T con reducción de 3/4 a 1/2"	Unidad	1	14.000,00	14.000,00	3,41
Hidrante 1/2" para riego	Unidad	1	20.000,00	20.000,00	4,87
Bayoneta 3/4" para hidrante	Unidad	1	5.000,00	5.000,00	1,22
Manguera de 1/2" jardín presión 150 psi	Metro	20	850,00	17.000,00	4,14
Tanque de 1000L conico negro	Unidad	1	550.000,00	55.000,00	13,40

Tubo presión de 1/2" * 6 metros	Unidad	0,5	25.000,00	12.500,00	3,05
Pegante PVC 1/16	Global	1	30.000,00	30.000,00	7,31
5.2 Mano de obra para Acueducto ganadero + Accesorios					
Instalación de acueducto ganadero	Jornal	3	60.000,00	180.000,00	43,86
Sub-total				662.500,00	161,42
7. Otros costos					
7.1 Equipo - Maquinaria - Herramientas					
Palin	Unidad	1	22.000,00	2.200,00	0,54
Machete	Unidad	1	30.000,00	3.000,00	0,73
Lima	Caja	1	15.000,00	15.000,00	3,65
Ahoyadora	Unidad	1	65.000,00	13.000,00	3,17
Alicate	Unidad	1	15.000,00	15.000,00	3,65
Tijeras podar	Unidad	1	35.000,00	7.000,00	1,71
Guantes nitrilo	Par	2	16.000,00	6.400,00	1,56
Boquillas de aplicación agro químicos	Unidad	1	10.000,00	2.000,00	0,49
Kit aplicación agroquímicos	Unidad	1	95.000,00	9.500,00	2,31
Sub-total				73.100,00	17,81
7.2 Transporte					
Transporte (6%)	Global	1		154.642,46	37,68
TOTAL				2.732.016,86	665,65

Los costos de establecimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

7.5.1 Consideraciones en la estimación de costos de establecimiento:

Los pastos introducidos, incluye preparación del suelo, siembra de gramíneas introducidas y un sistema de distribución de agua para abreviar al ganado, principalmente. Los procesos de mecanización del suelo dependen de la estructura del suelo (1 o 2 pases de rastra y arado de cincel). El uso de enmiendas y/o correctivos como Cal dolomita y Cloruro de potasio dependerá de los resultados del análisis de suelos. El herbicida sugerido para el control de arvenses es usado a razón de 1 a 1.5 litros por hectárea. Se consideran 3 jornales para la adecuación y preparación de suelos específicamente en aplicación de enmiendas y herbicidas no selectivos.

Los pastos introducidos a sembrar son por ejemplo *Brachiaria decumbens* y *B. brizantha cv. Marandú*. La siembra de las gramíneas se puede realizar a chorro con sembradora mecánica o al voleo de manera manual. Para el control de la hormiga arriera, se empleará un cebo granulado de ingestión específico para este propósito. Se tiene contemplado 1 jornal para sembrar los pastos (generalmente al voleo) y para la aplicación del insecticida.

El acueducto se compone de bebedero con válvula automática para el control del flujo de agua, mangueras de conducción de agua y un tanque de almacenamiento. El tanque bebedero satisface las necesidades de abastecimiento para 5 hectáreas y el tanque de almacenamiento cubre 10

hectáreas. El sistema se completa con accesorios como abrazaderas, llaves de paso, hidrantes, entre otros. Se estiman 3 jornales para la instalación del acueducto.

La correcta instalación de todos los componentes del sistema requiere herramientas manuales y un kit de protección personal para la aplicación de agroquímicos (escafandra, tapabocas, gafas, guantes, camisa, pantalón). Se incluye el costo de transporte que equivale a 6% de los costos totales. Sin embargo, el costo final de este ítem dependerá de la distancia, territorio, tipo de carretera, entre otros, hasta donde sea necesario movilizar los materiales.

7.6 Costo de mantenimiento

En la Tabla 6.6 se presentan los costos de mantenimiento anual de una hectárea de pasturas introducidas en la región de la Orinoquía. Estos costos incluyen aplicación de fertilizantes y la mano de obra requerida para su aplicación. Los fertilizantes y las cantidades sólo son de referencia y están sujetas a los resultados de análisis de suelo del sitio de trabajo.

Tabla 6.6. Costos de mantenimiento de una hectárea de pasturas introducidas en la Orinoquía

Ítem	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Total/ha (COP)	Total/ha (USD)
1. Materiales e insumos					
fosfato diamónico (DAP)	kg	100	5.120,00	512.000,00	124,75
sulpomag	kg	100	4.200,00	420.000,00	102,33
Sulcamag	kg	100	1.380,00	138.000,00	33,62
Urea	kg	200	5.100,00	1.020.000,00	248,52
2. Mano de obra					
Fertilización	Jornal	2	60.000,00	120.000,00	29,24
Mantenimiento de cercas	Jornal	0,5	60.000,00	30.000,00	7,31
TOTAL				2.240.000,00	545,77

Los costos de mantenimiento se presentan en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la República entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP.

7.7 Bibliografía de referencia

Peters, M., Franco, L. H., Schmidt, A., Hincapié, B. (2011). Especies forrajeras multipropósito: Opciones para productores del trópico americano. Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT; GIZ; BMZ. 212 p. ISBN 978-958-694-108-2

Rao, I. M., Peters, M., Castro, A., Schultze-Kraft, R., White, D., Fisher, M., ... & Rudel, T. K. (2015). Livestock Plus: The sustainable intensification of forage-based agricultural systems to improve livelihoods and ecosystem services in the tropics. CIAT Publication.

Rincón Castillo, A., Peters, M., Pérez López, O., Pardo Barbosa, Ó., Cerinza Murcia, Ó. J., Villalobos Bermúdez, M. A., Sotelo Cabrera, M. E., Stefan Burkart, S., & Enciso Valencia, K. J. (2022). Pasto Agrosavia Caporal (*Urochloa brizantha* Ciat 26124). Gramínea forrajera de buena calidad nutritiva para los sistemas ganaderos de la Orinoquía colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7405187>

Rincón, A; Bueno, G., Álvarez, M., Pardo, O. Pérez, Otoniel., Caicedo, S. 2010. Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos. Colombia. CORPOICA. 252 p.

Notas técnicas cortas de prácticas y tecnologías de ganadería climáticamente inteligentes (CSCR)

8. Sistemas Silvopastoriles – Cercas vivas (posición 7 en el ranking)

8.1 Descripción de la práctica o tecnología

La cerca viva es el sistema más empleado para introducir árboles y suministrar sombra a los animales en las fincas ganaderas. Las cercas vivas incorporan árboles dispuestos en líneas para demarcar los linderos entre predios rurales y las divisiones de los potreros. En las cercas se pueden plantar con dos o más especies y conformar dos o más estratos, dependiendo del porte y la arquitectura de los individuos que la componen, CIPAV y otros, 2021. Entre otros beneficios, estas estructuras vivas proporcionan recursos maderables, frutos y forrajes para la alimentación de animales domésticos y de fauna asociada. Las especies sugeridas para trabajar en cercas vivas son melina (*Gmelina arborea*), acacia (*Acacia mangium*), yopo (*Piptadenia peregrina*), eucalipto (*Eucalyptus pellita*), guayaba (*Psidium guajava*), guamo (*Inga sp.*), abarco Cariniana pyriformis, aceite (*Copaifera pubilifera*), guarataro (*Vitex oirinocensis*), marañón (*Anacardium occidentale*), cañafistol (*cassia moschata*), Caracaro (*Enterolobium cyclocarpum*), mango (*Manguifera indica*), bucare (*Erythrina fusca*), entre otros. Un ejemplo de cerca viva con árboles de yopo se presenta en la Foto 1.



Foto 1. Cerca viva con árboles de yopo *Piptadenia peregrina*

8.2 Aplicabilidad de la práctica o tecnología

En la Tabla 7.1 se describen las zonas agroecológicas y el tipo de ganadería donde es posible implementar los SSPi- Cercas vivas en la Orinoquía colombiana.

Tabla 7.1. Aplicabilidad de las cercas vivas según la zona agroecológica y el sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Cercas vivas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

8.3 Desempeño de la práctica o tecnología

En la Tabla 7.2 se muestran los indicadores *CSCR* identificados para la tecnología cercas vivas enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad de la tecnología (percepción del productor).

Tabla 7.3. Indicadores de cercas vivas

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	3,2	UA/ha
	Ganancia de peso	0,4	kg/día
	Tiempo de evidencia	3	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	428	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	37	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	1880	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	1240	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	3.953.021,68 (963,14)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	2.240.000,00 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2,1	-
	Nivel de interés	2,5	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperíodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la República entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: pilar asociado con la percepción del

productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés son: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: para una práctica de interés intermedio y >3: alto interés.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 7.4.

Tabla 7.4. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

Con base en la calificación promedio de los indicadores analizados, las cercas vivas ocupan la posición número 7 del ranking, con una calificación promedio de 2,05. Los pilares viabilidad económica y facilidad de las tecnologías tuvieron un desempeño alto y productividad medio-alto indicando que es viable de adopción por parte de los productores, no obstante su potencial de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero y adaptación la variabilidad climática es baja debido por una parte a que la evidencia de este sistema silvopastoril es a largo plazo por ejemplo con la venta de madera y consecuentemente captura de carbono, por otro lado, no mejora la productividad de forraje en el sistema si no que por el contrario puede reducirse al estar ocupada esta área por especies leñosas. Sin embargo, es una tecnología que ofrece múltiples beneficios a los animales como confort y bienestar animal que consecuentemente se refleja en la productividad.

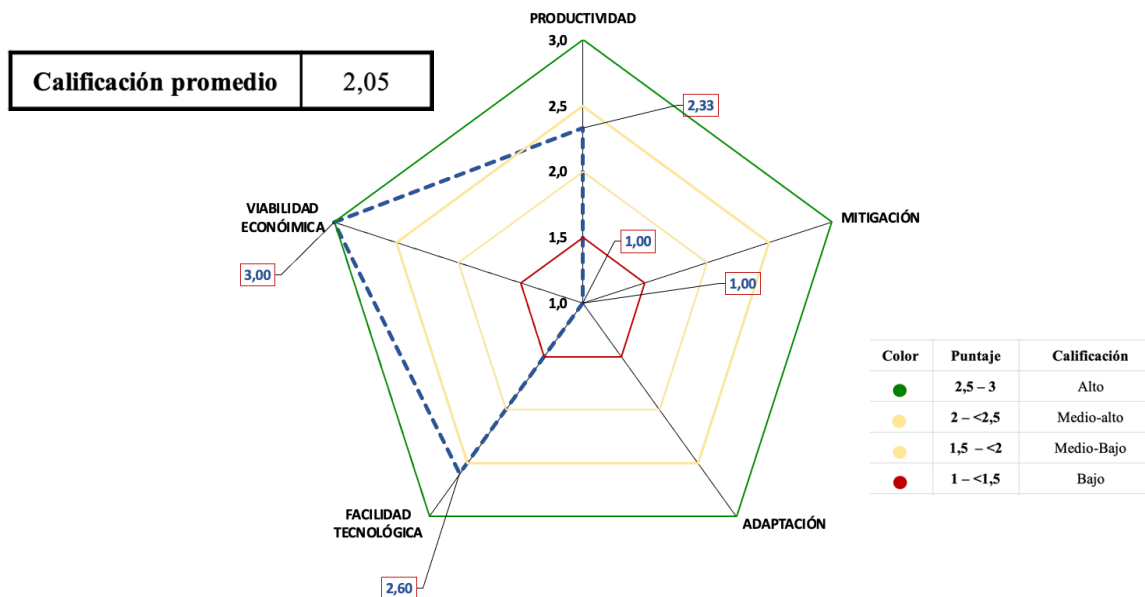


Figura 7.1 Desempeño de las cercas vivas

Protocolo para el establecimiento de Cercas vivas					
Actividad	Objetivo	Actuividades / Tareas	Resultados/Especificaciones técnicas	Días/jornales	Responsable
Selección del sitio	Georreferenciar y determinar el área del terreno o la longitud de las cercas vivas a plantar.	Seleccionar el sitio del establecimiento	El sitio seleccionado debe presentar buen drenaje y no acumular agua lluvia durante varios días.	0.5	Técnico
		Levantar el polígono del terreno con GPS	Imprimir el polígono del terreno ubicando los sitios claves (cercas, árboles, quebradas, caminos, etc.)		
Adecuación del terreno	Despejar el terreno y exponer obstáculos que interfieran en el trabajo	Retirar todos objetos que puedan afectar el trabajo de la maquinaria o las labores de establecimiento	El terreno debe estar listo antes de iniciar la temporada de lluvias	1	Productor/
Preparación del suelo	Facilitar la entrada del cincel en el suelo	Realizar pase de rastra	Para facilitar la siembra y proporcionar una cama o sustrato propicio para el desarrollo de los árboles se sugiere mecanizar el terreno de la siembra con un pase inicial de rastra pesada.	1	Productor/ técnico
			El ancho de trabajo será el de la rastra.		
			Se recomienda dejar transcurrir dos semanas para estimular la aparición de arvenses.		
	Romper las capas endurecidas del terreno	Pase de cincel	Controlar arvenses que proliferan después de la rastra con la aplicación de un herbicida no selectivo.		
Luego del control de arvenses se hace un pase de cincel en dirección a donde se van a sembrar los árboles.					
	La profundidad de trabajo mínima del cincel deberá ser de 30 cm.				
Plantación de árboles	Suministrar sombra al ganado.	Hoyado	Las cercas vivas se siembran en el perímetro y en las divisiones del terreno.	2*	Productor/ técnico
			Sobre el surco dejado por el cincel se hace el hoyado para la siembra de árboles.		
			La distancia de siembra de los árboles es de 3,0 m.		
	Generar ingresos por la venta de madera de especies maderables comerciales.	Siembra árboles	La densidad con esta distancia es de 150 árboles ha ⁻¹		
			Al momento de la siembra se recomienda aplicar a cada árbol 100 gr de micorrizas, 0,5 abono orgánico y 3 gr de boro.		
			El abono orgánico se puede replazar por 20 gr de		

			fertilizante completo por árbol.		
	Disponer de una fuente de madera para autoconsumo en el predio.	Disponer del 10% adicional de la cantidad inicial sembrada para reposición.	Se sugiere intercalar especies con diferente diámetro de copa, dejando espacio suficiente entre ellas para evitar la competencia por luz solar. Hacer resiembra de las plántulas que se pierdan.		
Construcción de cerca eléctrica	Proteger las franjas de árboles.	Hoyado para postes	Las cercas se construyen con dos hilos de alambre y postes dispuestos cada 10 o 15 metros, dependiendo de la pendiente del terreno.	3*	Productor/ técnico
			Las cercas se construyen a ambos lados del surco de árboles dejando un callejón de 2.0 a 2.5 m de ancho.		
	Hacer divisiones de potrero de 0,5 hectáreas para rotaciones de pastoreo.	Instalación de postes y alambre	Se sugiere usar postes metálicos y varilla de hierro corrugada de ½”.		
			El orden de disposición en la cerca es de un poste y dos varillas. La cantidad de accesorios como tensores, aisladores, alambre aislado y alambre dulce para amarre dependerá de la disposición de la cerca en el campo y la topografía del terreno.		
Instalación acueducto ganadero	Ofrecer agua al ganado en el sitio de pastoreo de manera permanente.	Localización de toma de agua	Para una hectárea se requieren los siguientes elementos básicos:	2*	Productor/ técnico
		Distribución e instalación de mangueras de conducción	• 125 m de manguera de ¾”		
			• 75 m de manguera de 1/2”		
			• 2 hidrantes de ½”		
			• 2 reducciones de ¾” a ½”		
			• 1 llave de paso de ½”		
• 1 bebedero de 250 litros (presta servicio hasta 10 ha)					
• 1 tanque reservorio de 1000 litros					
Instalación de tanque reservorio, bebedero móvil	La instalación de la manguera de conducción de agua se hace dentro de las franjas de árboles, en paralelo a las cercas de protección.				
Control de arvenses y fertilización de árboles	Minimizar el daño ocasionado por insectos dañinos al sistema.	Control hormiga arriera y otros insectos dañinos	Ejercer vigilancia permanente de la incidencia de hormiga arriera y otros insectos dañinos. Para cada especie existen productos específicos y se deben seguir las recomendaciones de uso.	4,5*	Productor
		Plateo o control de arvenses	Plateo o control de arvenses alrededor de cada árbol dos		

			veces durante el primer año de establecimiento.		
	Estimular y dirigir el crecimiento de los árboles plantados.	Fertilización	Fertilización a los tres y seis meses después de la siembra: 20 – 30 gr de fertilizante completo o ½ kg de abono orgánico.		
		Control fitosanitario	Podas de formación: eliminar tallos bifurcados y ramas bajas.		
Mantenimiento de árboles durante el segundo año de siembra	Minimizar el daño ocasionado por insectos dañinos al sistema.	Control hormiga arriera y otros insectos dañinos	Ejercer vigilancia permanente de la incidencia de hormiga arriera y otros insectos dañinos.	4,5*	Productor
		Plateo o control de arvenses	Control de arvenses alrededor de cada árbol y fertilización dos veces durante el segundo año de establecimiento.		
	Estimular y dirigir el crecimiento de los árboles plantados.	Fertilización	Fertilización: 30 gr de fertilizante completo o ½ kg de abono orgánico.		
		Podas de formación y control fitosanitario	Podas de formación: eliminar tallos bifurcados y ramas bajas.		

9.3 Desempeño de la práctica o tecnología

En la Tabla 8.2 se muestran los indicadores *CSCR* identificados para los SSP- franjas de árboles, enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad de la tecnología (percepción del productor).

Tabla 8.2. Indicadores de franjas de árboles

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	3,1	UA/ha
	Ganancia de peso	0,4	kg/día
	Tiempo de evidencia	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	428	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	108	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	1880	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	1240	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	4.870.401,86 (1.186,65)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	2.240.000,00 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2,3	-
	Nivel de interés	2,4	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperíodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la República entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés son: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: para una práctica de interés intermedio y >3: alto interés.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 8.3.

Tabla 8.3. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

Con base en la calificación promedio de los indicadores analizados, esta práctica ocupa la posición número 8 del ranking, con una calificación promedio de 2,04. Como se puede observar en el gráfico de desempeño en la Figura 8.1 esta tecnología de ganadería es de alta viabilidad económica y en términos generales los productores perciben fácil de implementar y tienen interés por esta tecnología. No obstante, su efecto en productividad y mitigación es medio-bajo debido y bajo para el pilar adaptación, esto debido posiblemente a la disminución de producción de forraje por ocupación de los árboles y por la competencia en luz del estrato inferior (pastura) que puede ocasionar disminución en la producción de biomasa forrajera. Sin embargo, es una tecnología que mejora el bienestar y confort de los animales en el sistema pastoril.

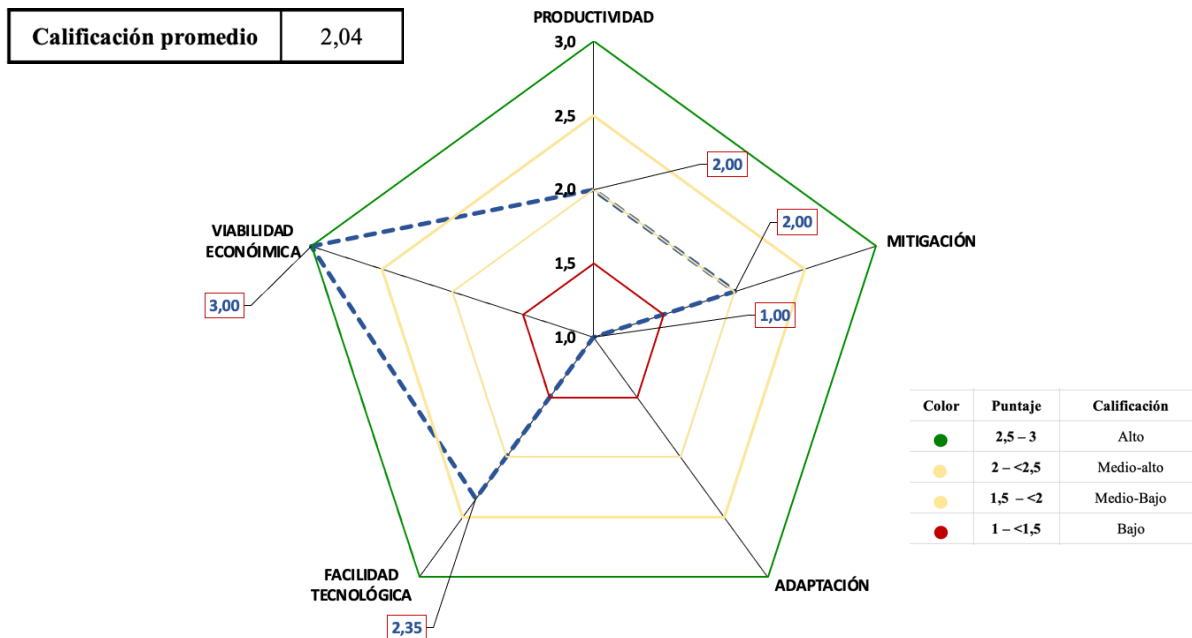


Figura 8.1 Desempeño de franjas de árboles

9.4 Generalidades sobre protocolo de implementación

En la tabla 8.4 se presentan algunas generalidades del protocolo de establecimiento de franjas en praderas establecidas.

Tabla 8.4. Protocolo para el establecimiento de franjas de árboles en pradera establecidas

Protocolo para establecer franjas de árboles en praderas establecidas*					
Actividad	Objetivo	Actividades / Tareas	Resultados/Especificaciones técnicas	Días/jornales*	Responsable
Selección del sitio	Georreferenciar y determinar el área del terreno o la longitud de las franjas de árboles a plantar.	Seleccionar el sitio del establecimiento	El sitio seleccionado debe presentar buen drenaje y no acumular agua lluvia durante varios días.	0.5	Productor/ técnico
		Levantar el polígono del terreno con GPS	Imprimir el polígono del terreno ubicando los sitios claves (cercas, árboles, quebradas, caminos, etc.)		
Adecuación del terreno	Despejar el terreno y exponer obstáculos que interfieran en el trabajo	Retirar todos objetos que puedan afectar el trabajo de la maquinaria o las labores de establecimiento	El terreno debe estar listo antes de iniciar la temporada de lluvias	1	Productor/ técnico
Preparación del suelo	Facilitar la entrada del cincel en el suelo	Realizar pase de rastra	Para facilitar la siembra y proporcionar una cama o sustrato propicio para el desarrollo de los árboles se sugiere hacer un pase de rastra pesada a lo largo de la zona que cubrirá la franja de árboles.	1	Productor/ técnico
	Romper las capas endurecidas del terreno	Pase de cincel	Se recomienda dejar transcurrir dos semanas para estimular la aparición de arvenses.		
			Controlar arvenses que proliferan después de la rastra con la aplicación de un herbicida no selectivo.		
			Luego del control de arvenses se hace un pase con un arado de cincel rígido o vibratorio.		
		La profundidad de trabajo mínima del cincel deberá ser de 30 cm.			
Plantación de árboles	Suministrar sombra al ganado.	Hoyado	Las franjas se componen de dos surcos o líneas de árboles.	2*	Productor/ técnico
	Generar ingresos por la venta de madera de especies maderables comerciales.		Cada franja se repite cada 25 o 50 m.		
		Siembra árboles	Sobre el surco dejado por el cincel se hace el hoyado para la siembra de árboles.		

	Disponer de una fuente de madera para autoconsumo en el predio.		<p>La distancia de siembra es de 5,0 m entre surcos x 5,0 m entre plantas.</p> <p>La densidad es de 160 árboles ha⁻¹</p> <p>Al momento de la siembra se recomienda aplicar 100 gr de micorrizas, 0,5 abono orgánico por árbol y 3 gr de boro.</p> <p>El abono orgánico se puede reemplazar por 20 gr de fertilizante completo por árbol.</p> <p>Se sugiere intercalar especies con diferente diámetro de copa, dejando espacio suficiente entre ellas para evitar la competencia por luz solar.</p>		
		Disponer del 10% adicional de la cantidad inicial sembrada para reposición.	Hacer resiembra de las plántulas que se pierdan.		
Construcción de cerca eléctrica	Proteger las franjas de árboles.	Hoyado para postes	Las cercas se construyen con dos hilos de alambre y postes dispuestos cada 10 o 15 metros, dependiendo de la pendiente del terreno.	4*	Productor/ técnico
	Hacer divisiones de potrero para programar rotaciones de pastoreo.	Instalación de postes y alambre	Las cercas se construyen en paralelo a ambos lados de los surcos de árboles dejando un callejón de 5.0 m de ancho.		
			Se sugiere usar postes metálicos y varilla de hierro corrugada de ½”.		
			El orden de disposición en la cerca es de un poste por dos varillas.		
La cantidad de accesorios y materiales como tensores, aisladores, alambre aislado y alambre dulce para amarre dependerá de la disposición de la cerca en el campo y la topografía del terreno.					
Instalación acueducto ganadero	Ofrecer agua al ganado en el sitio de pastoreo de manera permanente.	Localización de la toma de agua	Para una hectárea se requieren los siguientes elementos básicos:	2*	Productor/ técnico
		Distribución e instalación de mangueras de conducción	<ul style="list-style-type: none"> • 125 m de manguera de ¾” • 75 m de manguera de 1/2” • 2 hidrantes de ½” • 2 reducciones de ¾” a ½” • 1 llave de paso de ½” • 1 bebedero de 250 litros (presta servicio hasta 10 ha) • 1 tanque reservorio de 1000 litros 		

		Instalación de tanque reservorio, bebedero móvil	La instalación de la manguera de conducción de agua se hace dentro de las franjas de árboles, en paralelo a las cercas de protección.		
Control de arvenses y fertilización de árboles	Minimizar el daño ocasionado al sistema por insectos dañinos	Control hormiga arriera y otros insectos dañinos	Ejercer vigilancia permanente de la incidencia de insectos dañinos. Para cada especie existen productos específicos y se deben seguir las recomendaciones de uso.	4,5*	Productor
		Plateo o control de arvenses	Control de arvenses alrededor de cada árbol dos veces durante el primer año de establecimiento.		
	Estimular y dirigir el crecimiento de los árboles plantados.	Fertilización	Fertilización a los tres y seis meses después de la siembra: 20 – 30 gr de fertilizante completo o ½ kg de abono orgánico.		
		Podas de formación	Eliminar tallos bifurcados y ramas bajas.		
Mantenimiento de árboles durante el segundo año de siembra	Minimizar el daño ocasionado por insectos dañinos al sistema.	Control hormiga arriera y otros insectos dañinos	Ejercer vigilancia permanente de la incidencia de insectos dañinos.	4,5*	Productor
		Control de arvenses	Control de arvenses alrededor de cada árbol y fertilización dos veces durante el segundo año de establecimiento.		
	Estimular y dirigir el crecimiento de los árboles plantados.	Fertilización	Fertilización: 30 gr de fertilizante completo o ½ kg de abono orgánico.		
		Podas de formación y control fitosanitario	Eliminar tallos bifurcados y ramas bajas.		

10. Pasturas introducidas + pastoreo continuo (posición 9 en el ranking)

10.1 Descripción de la práctica o tecnología

En gran parte de los trópicos en Colombia, el manejo más común de las pasturas está basado en pastoreo continuo. En los sistemas de producción ganadera de la región de la Orinoquia, colombiana es frecuente que se introduzcan pasturas mejoradas y que se establezcan metas de manejo del pastoreo continuo, en el cual el ganado pasta continuamente en grandes áreas con bajas tasas de carga. El pastoreo continuo (Foto 9.1) puede ser tan bueno como el rotacional cuando es correctamente manejado (125), sin embargo, cuando el pastoreo continuo no es manejado adecuadamente no permite la recuperación de las pasturas adecuadamente lo que puede conducir a una defoliación excesiva de las especies forrajeras preferidas y a una reducción de su abundancia en el pasto con el tiempo (Teutscherová, et al 2021).



Foto 9.1 Pasturas introducidas de *Brachiaria Humidicola* en pastoreo contonúo en época de bajas

10.2 Aplicabilidad de la práctica o tecnología

En la Tabla 9.1 se describen las zonas agroecológicas y el tipo de ganadería donde es posible implementar pasturas introducidas con manejo del pastoreo continuo de árboles en la Orinoquia colombiana.

Tabla 9.1. Aplicabilidad de las franjas de árboles según la zona agroecológica y el sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Pasturas introducidas + pastoreo continuo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

10.3 Desempeño de la práctica o tecnología

En la Tabla 9.2 se muestran los indicadores *CSCR* identificados para la tecnología pasturas introducidas y pastoreo rotacional, enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad de la tecnología (percepción del productor).

Tabla 9.2. Indicadores de franjas de árboles

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	1,44	UA/ha
	Ganancia de peso	0,51	kg/día
	Tiempo de evidencia	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	265	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	72	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	958	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	1971	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	2.732.016,86 (665,65)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	2.240.000,00 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	1,8	-
	Nivel de interés	1,8	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la República entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés son: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: para una práctica de interés intermedio y >3: alto interés.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 9.3.

Tabla 9.3. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

De acuerdo con la evidencia de literatura para la región de la Orinoquía y la validación de resultados con actores claves (productores y expertos) a través de procesos participativos, las

pasturas introducidas más un pastoreo continuo son clasificados en la posición 9 del Ranking. Las pasturas introducidas más pastoreo continuo es una tecnología con un desempeño alto para el pilar de viabilidad económica, un desempeño medio en los pilares de productividad, mitigación de GEI y facilidad de implementación, mientras que tuvo un desempeño bajo para el pilar de adaptación. El nivel bajo de adaptación de esta práctica se debe a la baja producción de forraje o capacidad sugiriendo que es una práctica poco resiliente a la variabilidad climática. Sin embargo, y dado los bajos costos de inversión, es una práctica ampliamente adoptada por los productores de la Orinoquía Colombiana.

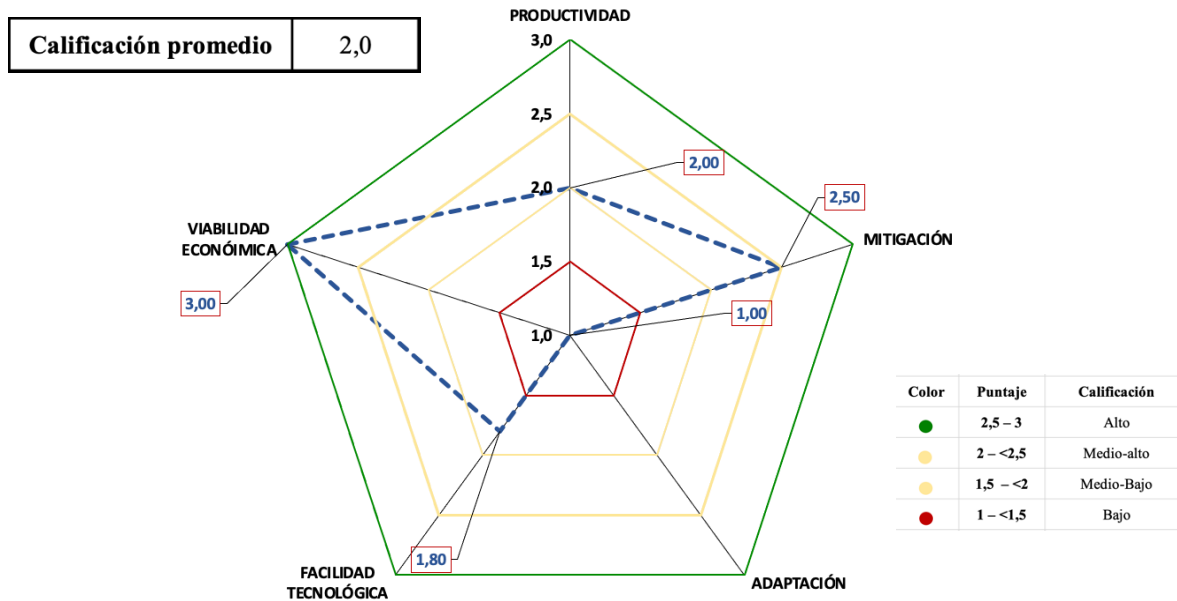


Figura 9.1 Desempeño de pasturas introducidas + pastoreo continuo

10.4 Generalidades sobre protocolo de implementación

El establecimiento de pastos introducidos con manejo del pastoreo continuo implica la siembra de las pasturas seleccionadas, selección del sitio, adecuación del terreno, preparación del suelo, instalación acueducto y mantenimiento de praderas cada año ganadero. Los tiempos y actividades son presentados en el diagrama (9.1) y la instalación de un sistema de distribución de agua para el ganado. A diferencia de las pasturas introducidas con manejo del pastoreo rotacional, esta práctica no requiere construcción de cercas para dividir potreros. En los costos sólo se consideró la cerca perimetral.

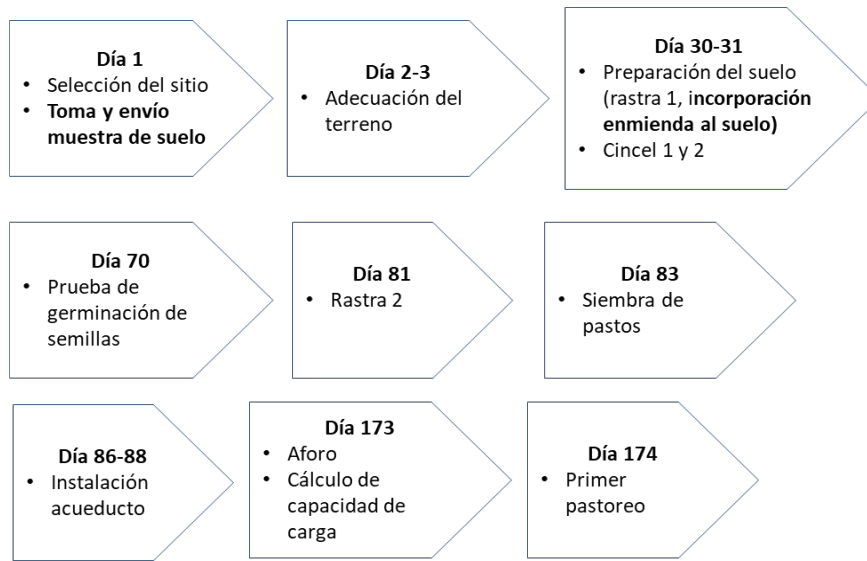


Figura 9.1 Diagrama de tiempos y actividades para implementar pasturas introducidas + pastoreo continuo

11.3 Desempeño de la práctica o tecnología

En la Tabla 10.2 se muestran los indicadores *CSCR* identificados para la tecnología pasturas introducidas y pastoreo rotacional, enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad de la tecnología (percepción del productor).

Tabla 10.2. Indicadores de franjas de árboles

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	1,44	UA/ha
	Ganancia de peso	0,59	kg/día
	Tiempo de evidencia	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	338	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	51	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	1893	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	1240	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	\$3.956.590,55 (964,01)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	2.240.000,00 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2	-
	Nivel de interés	2,1	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la República entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés son: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: para una práctica de interés intermedio y >3: alto interés.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 10.3.

Tabla 10.3. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

De acuerdo con la evidencia de literatura para la región de la Orinoquía y la validación de resultados con actores claves (productores y expertos) a través de procesos participativos, las pasturas introducidas + otras prácticas de suelo son clasificados en la posición 10 del Ranking con una calificación promedio de 2,0. Las pasturas introducidas más otras prácticas del suelo son una tecnología con un desempeño alto para el parámetro de viabilidad económica, tiene un desempeño medio en los pilares productividad, mitigación de GEI y facilidad de implementación y un desempeño bajo para en el pilar de adaptación sugiriendo que si bien pueden ser viables económicamente, sus efectos no se reflejan en los indicadores de productividad, mitigación y adaptación.

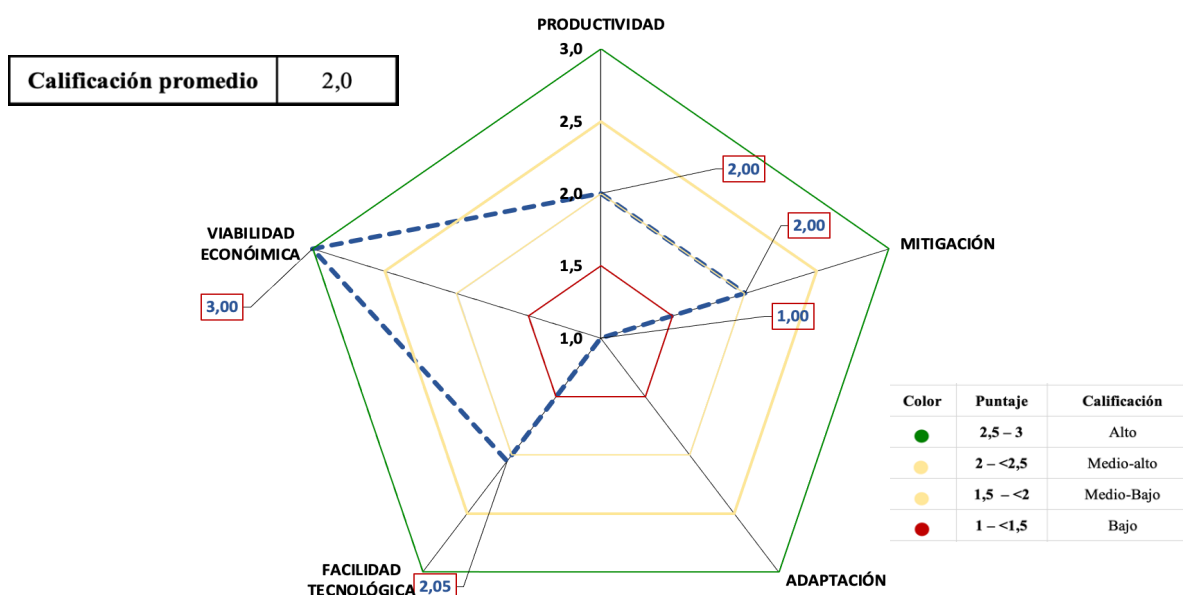


Figura 10.1 Desempeño de pasturas introducidas + otras prácticas de suelo

11.4 Generalidades sobre protocolo de implementación

Las prácticas para el suelo están direccionadas hacia un establecimiento exitoso y duradero de las pasturas introducidas. Las pasturas del género *Brachiaria* (humidicola, decumbes, cayman, mulato II, toledo, marandú) son materiales adaptados a las condiciones de la Orinoquía, que pueden establecerse con mayor facilidad llevando a cabo prácticas de manejo del suelo. Las diferentes prácticas se destacan las preparaciones de terreno: Cincelado, pases de rastra, Enmiendas: Aplicaciones de yeso, cal y fuentes de minerales para estabilizar el terreno. Estas prácticas

anteriores se realizan generalmente durante la primera etapa de establecimiento de las pasturas; Fertilizaciones: Aplicaciones de insumos químicos (urea), u orgánicos (compostajes) para mejorar las características físicas del suelo y proveer los nutrientes necesarios para favorecer el desarrollo de las pasturas. Esta práctica se realiza sobre las pasturas establecidas, con el objetivo de mantener su persistencia y productividad en el tiempo. Acondicionadores de suelo para brindar materia orgánica y mejorar las condiciones biológicas del suelo: bocashi, compostajes, hummus. La rotación de los potreros es importante para mantener la productividad de la pastura una vez establecida con éxito. Los tiempos y actividades son presentados en el diagrama (10.1)

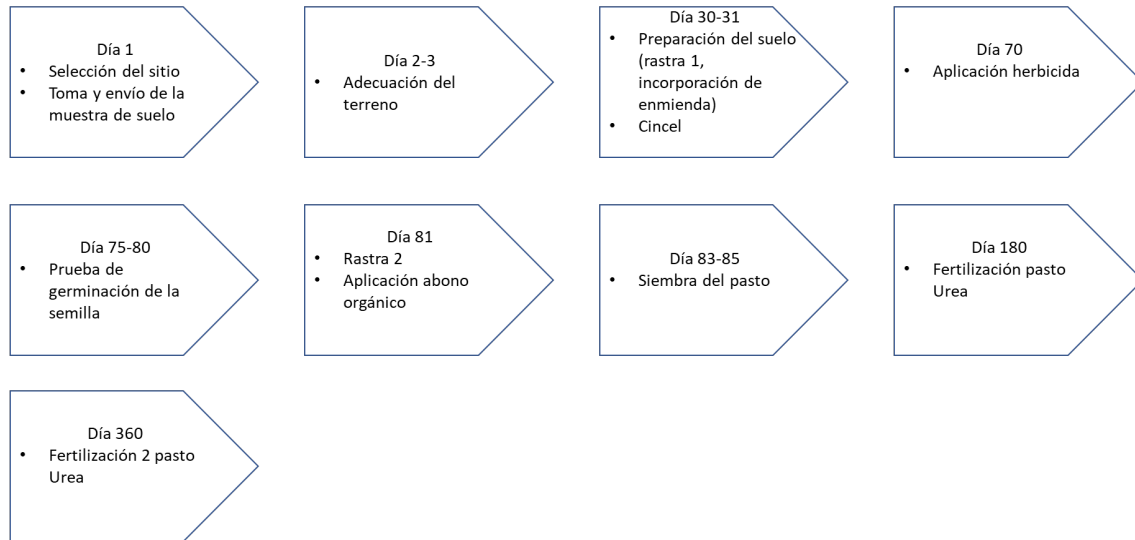


Figura 10.1 Diagrama de tiempos y actividades para implementar pasturas introducidas + otras prácticas de suelo

12. Asociaciones gramíneas leguminosas (posición 12 en el ranking)

12.1 Descripción de la práctica o tecnología

La asociación de gramíneas con leguminosas es la combinación en una misma área de las pasturas mejoradas con especies leguminosas generalmente de porte rastrero. La asociación de gramíneas y leguminosas introducidas tiene como objetivo mantener la productividad de las praderas con forraje de buena calidad. La proporción recomendada entre gramíneas y leguminosas es de 70:30, predominantemente. El manejo de las praderas siempre va de la mano con programas o planes de rotación de las áreas de pastoreo con divisiones en cerca eléctrica, aforos de forrajes y ajuste de la carga animal de acuerdo con la época del año. De igual manera, se recomienda disponer de estrategias de fertilización con fuentes orgánicas y riego de acuerdo con la disponibilidad de este tipo de recursos. Las especies recomendadas para la Orinoquia son: *Urochloa humidicola* (sinónimo *Brachiaria humidicola*) cv. *Humidicola*, *Urochloa decumbens*, (sinónimo *Brachiaria decumbens*) cv. *Decumbens*, *Urochloa brizantha* cv. Agrosavia Caporal, *Urochloa brizantha* cv. Toledo, *Urochloa dictyoneura*, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraes, *Brachiaria brizantha* cv. Piatá, *Cratylia argentea*, Maní forrajero (*Arachis pintoi*), *Centrosema* (*Centrosema macrocarpum*), Kunzú (*Pueraria phaseoloides*) (Rao et al, 2015). En la foto 11.1 y 11.2 se presentan algunos ejemplos de asociación de gramíneas y leguminosas para la región de la Orinoquía.



Foto 11.1 Asociación de *Brachiaria humidicola* y kudzú *Pueraria phaseoloides*.



Foto 11.2 Asociación *Brachiaria humidicola* y *Centrosema pubescens*.

12.2 Aplicabilidad de la práctica o tecnología

En la Tabla 11.1 se describen las zonas agroecológicas y el tipo de ganadería donde es posible implementar pasturas introducidas con manejo del pastoreo continuo de árboles en la Orinoquía colombiana.

Tabla 11.1. Aplicabilidad de las franjas de árboles según la zona agroecológica y el sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Asociaciones gramíneas leguminosas	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

12.3 Desempeño de la práctica o tecnología

En la Tabla 11.2 se muestran los indicadores *CSCR* identificados para la tecnología pasturas introducidas y pastoreo rotacional, enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad de la tecnología (percepción del productor).

Tabla 11.2. Indicadores de franjas de árboles

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	1,44	UA/ha
	Ganancia de peso	0,59	kg/día
	Tiempo de evidencia	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	338	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	51	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	1893	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	1240	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	\$3.956.590,55 (964,01)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	2.240.000,00 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2	-
	Nivel de interés	2,1	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la República entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: pilar asociado con la percepción del productor frente una tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés son: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: para una práctica de interés intermedio y >3: alto interés.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación,

adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 11.3.

Tabla 11.3. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

De acuerdo con la evidencia de literatura para la región de la Orinoquía la tecnología asociación gramíneas-leguminosas quedó clasificada en la posición 12 del ranking con una calificación promedio de 1,8. En el polígono de desempeño se identifica que esta tecnología es viable económicamente, aunque su impacto en productividad es intermedio. El pilar facilidad tecnológica indica que es una tecnología que genera interés y se percibe fácil de implementar por parte de los productores de la región de la Orinoquia. Sin embargo, los pilares de mitigación y adaptación estuvieron en el umbral de bajo y bajo, respectivamente, indicando que en comparación con las demás prácticas y tecnologías no representan una alternativa tan efectiva para mitigar el impacto ambiental (Figura 11.1).

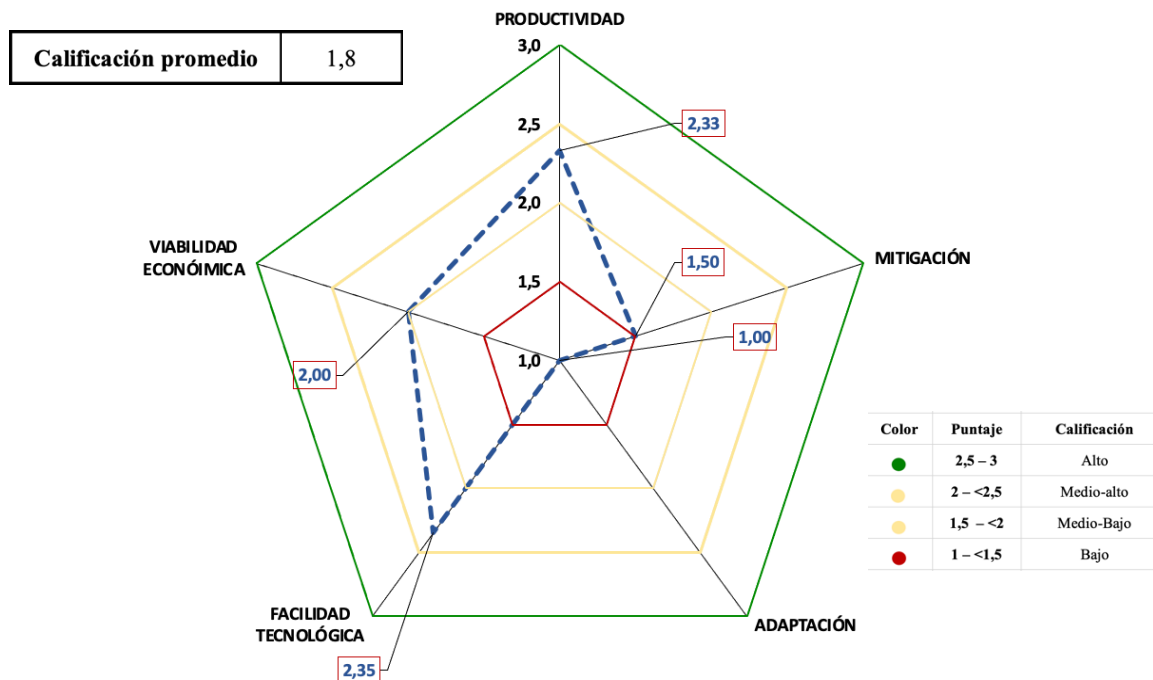


Figura 11.1 Desempeño de asociación gramíneas y leguminosas

12.4 Generalidades sobre protocolo de implementación

En la tabla 11.4 se presentan algunas generalidades del protocolo de establecimiento de asociación gramíneas y leguminosas

Tabla 11.4 Protocolo de establecimiento de una asociación gramíneas y leguminosas

Asociación gramíneas-leguminosas					
Actividad	Objetivo	Tareas	Resultados/Especificaciones técnicas	Días/jornales *	Responsable
Selección del sitio	Determinar los requerimientos de enmiendas del suelo de acuerdo a los resultados del análisis de suelo.	Seleccionar el sitio del establecimiento	El sitio seleccionado debe presentar buen drenaje y no acumular agua lluvia durante varios días consecutivos.	0.25	Productor/técnico
		Tomar y enviar muestras de suelo a laboratorio 30 días antes de iniciar la preparación del terreno	Disponer de los resultados del análisis de suelo		
	Georreferenciar y determinar el área del terreno.	Levantar el polígono del terreno con GPS	Imprimir el polígono del terreno ubicando los sitios claves (cercas, árboles, quebradas, caminos, etc.)	0.25	Técnico
Adecuación del terreno	Despejar el terreno y exponer obstáculos que dificulten el trabajo	Sobrepastorear el terreno	Disponer de un grupo de animales para hacer la mayor presión de pastoreo posible, aprovechar el forraje disponible y despejar el terreno	2*	Productor/técnico
		Retirar todos los objetos que puedan afectar el trabajo de la maquinaria o las labores de establecimiento	El terreno debe estar listo antes de iniciar la temporada de lluvias		
Preparación del suelo	Facilitar la entrada del cincel en el suelo	Realizar primer pase de rastra	La mecanización se inicia con un pase de rastra pesada, ojalá de 20 discos.	2	Productor/técnico
	Aplicar las enmiendas requeridas al suelo.	Esparcir la enmienda sobre el terreno.	Las cantidades de elementos sugeridas en la enmienda para la siembra de gramíneas introducidas en la Orinoquía se encuentran en los siguientes rangos (Rincón et al, 2022): <ul style="list-style-type: none"> • Ca = 200-300 kg ha⁻¹ • P = 20-30 kg ha⁻¹ • K = 20-30 kg ha⁻¹ • Mg = 20-30 kg ha⁻¹ 		Productor/técnico

			<ul style="list-style-type: none"> • S = 20-30 kg ha⁻¹ Las cantidades y las fuentes de minerales dependerá de los resultados del análisis de suelos del sitio de intervención.		Productor/ técnico
	Romper las capas endurecidas del terreno	Pase con ardo de cincel	Se hacen dos pases consecutivos de arado de cincel que incorporan la enmienda al suelo.		
	Incorporar la enmienda.		El primer cincel se traza a favor de la pendiente. El segundo pase se dirige diagonal al primero. La profundidad de trabajo mínima del cincel deberá ser de 30 cm.		
	Controlar la proliferación de arvenses y reducir el tamaño de los terrones del suelo.	Segundo pase de rastra	El segundo pase de rastra se realiza 50 días después de la incorporación de la enmienda. Aplicar herbicida no selectivo en caso de ser necesario Si el terreno es arenoso no se debe llevar a cabo la segunda rastra. En este caso se aplica un herbicida para limitar el crecimiento de las plantas acompañantes.		
Siembra de pastos	Establecer una pradera con la mayor cobertura posible.	Consecución de semillas de gramíneas y leguminosas certificadas.	Realizar prueba de germinación a la semilla de pastos dos o tres semanas antes de la siembra.	1*	Productor/ técnico
		Prueba de germinación.	Una vez se ratifica que la semilla cumple con las características de germinación y pureza que garantiza la casa distribuidora del material, se procede a sembrar.		
		Siembra de pastos.	Mezclar 2 kg de semilla de leguminosa con 4 – 6 kg de semillas de gramíneas por hectárea, dependiendo de las variedades o especies elegidas para sembrar.		
			Aplicar insecticida a la semilla antes de la siembra.		
			La semilla se debe esparcir de manera uniforme en todo el lote.		
			La siembra se puede hacer manual, con sembradora manual o mecánica.		
Tapar la semilla con ramas (incrementa la germinación).					

			<p>Mezclar dos o más variedades de pastos que tengan hábito de crecimiento diferente: unas de crecimiento erecto con otras rastreras.</p> <p>Es necesario controlar las especies acompañantes no deseadas durante los dos primeros meses de la siembra.</p>	4*	
Construcción de cerca eléctrica	Cercar las áreas de pastoreo para controlar el movimiento del ganado.	Hoyado para postes	Para una hectárea se construyen dos cercas: una perimetral y otra que divide el terreno en dos franjas de 0,5 ha cada una.	2*	Productor/ técnico
	Maximizar el aprovechamiento del forraje disponible.	Instalación de postes y alambre	Las cercas se construyen con dos hilos de alambre y postes dispuestos cada 10 o 15 metros, dependiendo de la pendiente del terreno.		
			Se sugiere usar postes metálicos y varilla de hierro corrugada de ½".		
			El orden de disposición en la cerca es de un poste y dos varillas.		
		La cantidad de accesorios necesarios como tensores y aisladores dependerá de la disposición de la cerca en el campo y la topografía del terreno.			
Instalación acueducto ganadero	Ofrecer agua al ganado en el sitio de pastoreo de manera permanente.	Localización de toma de agua	Se instala una manguera que lleva agua desde la toma hasta los potreros con un punto de conexión para un bebedero móvil.	3*	Productor/ técnico
		Distribución e instalación de mangueras de conducción	Se requieren los siguientes elementos básicos para una hectárea:		
		Instalación de tanque reservorio, bebedero móvil	<ul style="list-style-type: none"> • 125 m de manguera de ¾" • 75 m de manguera de 1/2" • 2 hidrantes de ½" • 2 reducciones de ¾" a ½" • 1 llave de paso de ½" • 1 bebedero de 250 litros (presta servicio hasta 5 ha) • 1 tanque reservorio de 1000 litros (presta servicio hasta 10 ha) 		
Primer pastoreo	Determinar la capacidad de carga del sistema	Aforo de forraje en época de lluvias y en verano.	Aforo del forraje verde disponible en los potreros de cada rotación.	0.5*	Productor/ técnico
			Calcular la capacidad de carga		

		Cálculo de la capacidad de carga	<p>El primer pastoreo se debe hacer con animales livianos.</p> <p>Revisar el correcto funcionamiento de la cerca eléctrica.</p>		
<p>Mantenimiento de praderas cada año</p>	<p>Mantener la productividad y persistencia de los forrajes</p>	<p>Fertilización</p>	<p>La fertilización de mantenimiento se debe hacer cada año de acuerdo a análisis de suelo.</p>	<p>2*</p>	<p>Productor/ técnico</p>
			<p>Para suelos oxisoles de la Orinoquía se sugieren las siguientes cantidades (Rincón et al, 2022):</p>		
			<p>· Ca = 18 kg ha⁻¹</p>		
			<p>· P = 20 kg ha⁻¹</p>		
			<p>· K = 18 kg ha⁻¹</p>		
			<p>· Mg = 20 kg ha⁻¹</p>		
			<p>· S = 30 kg ha⁻¹</p>		
		<p>· N = 110 kg ha⁻¹</p>			
		<p>Las cantidades mencionadas sólo son de referencia y se deben modificar según los resultados de análisis de suelo del sitio de trabajo.</p>			
		<p>Aforo de forraje y ajuste de la carga animal.</p>	<p>Hacer aforo del forraje disponible en época de lluvias y en época seca.</p>		
<p>Ajustar la carga animal en cada época del año.</p>					
<p>Vigilar la incidencia de insectos plaga como el mión de los pastos o salivazo (<i>Aeneolamia varia</i>), priorizando el uso de medios mecánicos como sobrepastoreo o aplicando productos biológicos para su control.</p>					

13. Sistemas Integrados de cultivos agrícola y ganadería (posición 13 en el ranking)

13.1 Descripción de la práctica o tecnología

Son una alternativa para la intensificación sostenible (FAO, 2010), que implica la integración de una amplia gama de condiciones socioeconómicas, ecológicas y biofísicas que han sido la base de la agricultura durante cientos de años. En las últimas décadas, ha habido innovaciones prácticas en los sistemas de producción integrados basados en la agricultura de conservación que aprovechan las sinergias entre los sectores de producción de cultivos, ganadería y agrosilvicultura que aseguran la sostenibilidad económica y ecológica al ecosistema. Para ser exitosos, los sistemas integrados deben ser planificados y conducidos con organización, un manejo adecuado de los sistemas integrados puede contribuir para que haya un sistema agroalimentario sostenible y resiliente (Tendall et al., 2015). Brasil es uno de los países con mayores avances en la implementación de sistemas integrados de cultivos y ganadería. En general, en las regiones con estaciones marcadas, como el sur de Brasil, la integración de cultivos agrícolas con pastos se caracteriza, principalmente, por ciclos de rotación entre cultivos anuales de verano con pastos anuales o perennes, de invierno o verano (considerando algunas particularidades para cada caso) (Souza et al., 2018). Por su parte, los sistemas integrados implementados en el cerrado brasileiro, región que comparte muchas similitudes con la Orinoquía de Colombia, se han implementado con el propósito de realizar una intensificación sostenible de los sistemas agroalimentarios además de recuperar la productividad de pasturas degradadas en áreas mecanizables y reestablecer condiciones de suelo en sistemas de cultivos anuales. En dicho contexto, los sistemas integrados se basan principalmente en la asociación de cultivos de grano de maíz, sorgo, millo, arroz y soya con especies forrajeras tropicales especialmente la *Brachiaria* (Rincon et al., 2007).

Por las condiciones de clima y suelo en la altillanura y el piedemonte llanero esta tecnología ha sido implementada para el establecimiento y la renovación de praderas a partir de sabana nativa o de praderas degradadas. En estas zonas agroecológicas los principales cultivos asociados con ganadería son maíz y arroz. Estudios e la región de la Orinoquía, específicamente en la altillanura, han presentado buenos resultados en términos de fertilidad del suelo, aumento en la biomasa de pastos y en general renovación de las praderas con la integración del cultivo de maíz con los pastos *Brachiaria decumbens*, Mulato y Toledo (Rincon et al., 2007).



Foto 12.1 Cultivo de maíz integrado con pasto *Brachiaria decumbens* en altillanura, Orinoquía colombiana.
Fuente de fotografías Rincón et al., 2007, Agrosavia.

13.2 Aplicabilidad de la práctica o tecnología

En la Tabla 12.1 se describen las zonas agroecológicas y el tipo de ganadería donde es posible implementar la tecnología de integración de cultivos agrícolas y ganadería en la Orinoquía colombiana.

Tabla 12.1. Aplicabilidad de las franjas de árboles según la zona agroecológica y el sistema ganadero

Tecnología	Zona agroecológica				Tipo de sistema		
	Piedemonte	Altillanura	Altillanura disectada	Sabana inundable	Cría	Ceba	Doble propósito
Sistemas integrados de cultivos agrícola y ganadería	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓

13.3 Desempeño de la práctica o tecnología

En la Tabla 12.2 se muestran los indicadores *CSCR* identificados para la tecnología sistemas integrados de cultivos agrícola y ganadería, enmarcados en los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad de la tecnología (percepción del productor).

Tabla 12.2. Indicadores de franjas de árboles

Pilar	Indicador	Valor medio*	unidad
Productividad	Carga animal	1,8	UA/ha
	Ganancia de peso	0,4	kg/día
	Tiempo de evidencia	2	Años
Mitigación	Intensidad de emisión CH ₄	190	kg CH ₄ /kg/año
	Stock de carbono	34	Ton C/ha/año
Adaptación	Producción de forraje (alta precipitación)	2149	kg/MS/ha
	Producción de forraje (baja precipitación)	2531	kg/MS/ha
Viabilidad económica	Costos de establecimiento	12.612.671 (3.073)	COP/ha (US)
	Costos de mantenimiento	2.240.000,00 (545,77)	COP/ha (US)
Facilidad tecnológica	Facilidad de implementación	2	-
	Nivel de interés	2,4	-

*Los valores medios de los indicadores son producto de la revisión de literatura y de la consulta con actores claves de la región de la Orinoquía y pueden variar en función de la raza y categoría del animal, existencia o no de suplementación, manejo del pastoreo, fertilidad del suelo, pluviometría, temperatura y fotoperiodo.

UA= Unidad animal de 450 kg. GP: ganancia de peso. Tiempo de evidencia hace referencia al tiempo que transcurre entre la adopción de una práctica y el efecto de esta en los indicadores productivos como la ganancia de peso diario y la carga animal. Stock de carbono se refiere a las toneladas de carbono por hectárea en el suelo (la profundidad puede cambiar entre prácticas y tecnologías, pero en general hace referencia a las primeras 50 cm de profundidad). Costos de establecimiento incluye: adecuación y preparación

de suelos, establecimiento de pastos y leguminosas, plantación de árboles, división de potreros con franjas, instalación de acueducto ganadero, resiembra de árboles y otros costos varios. Los costos de establecimiento y mantenimiento son presentados en pesos colombianos (COP) y dólares (US). La TRM promedio de acuerdo con el Banco de la Republica entre enero y octubre 2022 fue de 4.104,31 COP. Los costos de mantenimiento se incluyeron para dar más información referente a los costos de las prácticas, pero no fueron incluidos en el análisis para la priorización de prácticas. Facilidad tecnológica: pilar asociado con la percepción del productor frente a tecnología; los criterios de calificación para facilidad de implementación: entre 1 y 2: práctica difícil de implementar, >2 y <3: práctica de facilidad intermedia y >3: práctica fácil de implementar. Los criterios de calificación para nivel de interés son: entre 1 y 2: poco interés, >2 y <3: para una práctica de interés intermedio y >3: alto interés.

El desempeño de cada práctica y tecnología *CSCR* se puede visualizar mediante un gráfico de radar que permite identificar sinergias y disyuntivas entre los pilares productividad, mitigación, adaptación, viabilidad económica y facilidad tecnológica. El criterio de calificación de desempeño de las práctica y tecnología de ganaderías adaptadas al clima se da de forma cualitativa (alto, medio-alto, medio-bajo y bajo) y cuantitativa como se muestra en la Tabla 12.3.

Tabla 12.3. Criterio de calificación de desempeño de las prácticas y tecnologías *CSCR*

Color	Calificación	
	Cuantitativa	Cualitativa
●	2,5 – 3	Alto
●	2 – <2,5	Medio-alto
●	1,5 – <2	Medio-Bajo
●	1 – <1,5	Bajo

Con base en la literatura revisada los sistemas integrados de cultivos agrícola y ganadería quedaron clasificados en la posición 13 del ranking con una calificación promedio de 1,55.

En la figura 12.1 se puede visualizar el desempeño de los sistemas integrados de cultivos agrícola y ganadería. Si bien esta es una tecnología con alto potencial para la intensificación de los sistemas de producción ganaderos sus altos costos y complejidad de acuerdo con la percepción de los productores obtuvieron una calificación baja. La adaptación también tuvo una calificación baja probablemente por la poca información existente en estos sistemas sin embargo la literatura en otras regiones de Brasil sugiere que esta tecnología es de alto potencial de adaptación ya que promueve la producción de biomasa en diferentes épocas del año (Souza et al., 2018).

Los pilares productividad y mitigación tuvieron una calificación intermedia debido a que sólo se incluyó la productividad del sistema basado en pasturas, sin embargo, cuando se analiza la productividad e impacto en las emisiones de gases de efecto invernadero en todo el sistema se esperaría una mejor respuesta.

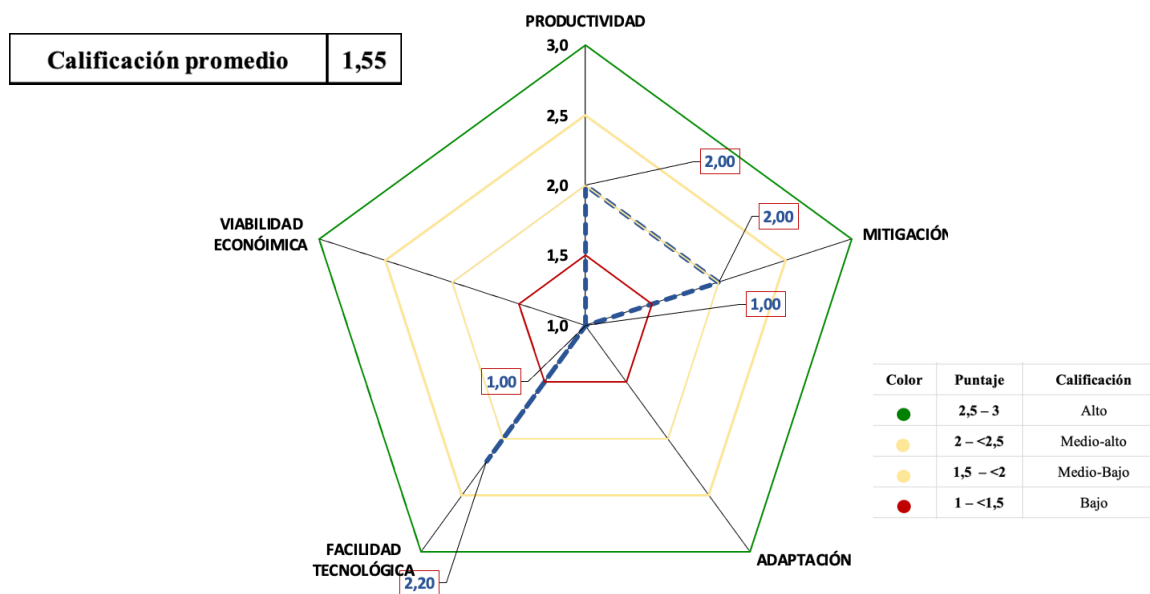


Figura 12.1 Desempeño de los sistemas integrados de cultivos agrícola y ganadería

13.4 Generalidades sobre protocolo de implementación

El establecimiento de los cultivos como el maíz asociado con pastos, con el fin de establecer un sistema integrado implica la consideración de múltiples entre los cuales se encuentran 1) condiciones de clima, 2) preparación del suelo y aplicación de enmiendas o fertilizantes, 3) siembra de cultivo, ajustes de carga animal, entre otros. En esta nota se abordan de forma general algunos de estos aspectos necesarios para establecer una asociación de cultivo de maíz y pastos para la región de la Orinoquía tomado de experiencia de Agrosavia y estudios realizados por Rincón et al., (2007).

Condiciones de clima: se sugiere realizar el establecimiento de la asociación maíz-pastos en forma simultánea, preferiblemente a comienzo de lluvias, en los meses de marzo y abril. De esta forma, no se presentan contratiempos en las diferentes actividades, como la preparación de suelos y la siembra. También pueden establecerse maíz-pasto en la época conocida comúnmente como el "veranillo" de agosto, porque las lluvias disminuyen a un promedio de 300 mm en el Piedemonte y en la Altillanura. En la Altillanura puede haber más variaciones climáticas por lo que se recomienda considerar instalar estaciones meteorológicas para tener mayor precisión.

Preparación de suelo: de acuerdo con estudios previos (Rincon et al 2007) la preparación de suelos para el establecimiento de la asociación maíz-pastos se recomienda iniciarla a finales de las lluvias del año anterior (noviembre, diciembre), a la cual se le ha denominado preparación temprana. Esto es importante, especialmente en la Altillanura, para hacer control de las hormigas, las cuales en la mayoría de las fincas de dicha región puede afectar el establecimiento de los

cultivos, especialmente el pasto. También es importante la preparación temprana para planificar mejor las actividades e iniciar las siembras oportunamente en abril.

La preparación del terreno incluye tener un terreno con baja biomasa que puede lograrse con un pastoreo de alta carga animal en poco tiempo (2 horas) o con guadaña. Posteriormente se hace un pase de rastra para reducir la cobertura del pasto y brindar mejores condiciones para la acción de los cinceles (profundidad mínima de 25 cm). El número de pases de cada implemento puede variar de acuerdo con la cantidad de biomasa presente en el área antes de la labranza y con la textura del suelo.

Aplicación de enmiendas: La aplicación de enmiendas es una de las actividades más importantes para lograr un buen desarrollo de las plantas y altas producciones; esto es de especial importancia en cultivos para los que se requiere reducir la toxicidad de aluminio (Al), que afecta el desarrollo de las raíces. Para la siembra de cultivos como el maíz es necesaria la aplicación de cal dolomítica para mejorar las condiciones del suelo, que permitan reducir la saturación de Al y mejorar la saturación de bases a más del 60% (Gomes et al., 2001). Cuando se realiza una labranza temprana, la aplicación de las enmiendas se puede hacer en marzo, al inicio de las lluvias; pero si la labranza se realiza a comienzo de las lluvias, esta actividad se puede retrasar el tiempo que demore la preparación de los suelos.

Siembra: Entre los 45 y 60 días después de aplicadas las enmiendas se sugiere hacer un pase de pulidor para dejar el terreno en condiciones adecuadas para la siembra. Se recomienda seleccionar los cultivares cuidadosamente, Agrosavia (antes Corpoica) ha desarrollado de maíz aptos para suelos ácidos como sin embargo puede haber muchas diferencias entre estos y los híbridos comerciales (Rincon, 2011). La alternativa para obtener mejores producciones de los cultivos en suelos de sabana nativa es sembrar un cultivo de mayor rusticidad y mejor adaptación a condiciones de suelos ácidos, como el arroz secano, ¡con lo cual se logra una mejoría en la fertilidad del suelo para el posterior establecimiento de la asociación maíz-pastos y la obtención de mayores rendimientos. En suelos que han estado en ganadería con praderas que requieren ser recuperadas o renovadas, se han obtenido buenas producciones de grano de forraje de maíz con los híbridos comerciales de maíz, con buenas condiciones de fertilidad de suelo.

Para el establecimiento de la asociación maíz-pastos, la siembra se hace en forma simultánea, sin embargo, ante la falta de máquinas sembradoras de maíz-pastos, primero se hace la siembra de los pastos con sembradora, en surcos o mediante una encladora, se puede mezclar las semillas con 200 a 300 kg/ha de abono fosfórico, pero también se puede hacer una siembra al voleo con máquina o en forma manual.

Las especies forrajeras que se pueden establecer con estos sistemas son *Brachiaria brizantha* cv. Toledo y cv. Marandu, *B. decumbens* cv. Amargo y *B. distyoneura* cv. Llanero. En suelos a los cuales se les ha mejorado su fertilidad con la rotación de cultivos como la soya y el maíz, se puede utilizar el híbrido de *Brachiaria* cv. Mulato II y las variedades de *Panicum Tanzania*, Mombaza.

Fertilización: Posterior a la siembra se pueden aplicar fertilizantes químicos los cuales deben calcularse de acuerdo con el análisis químico de los suelos y con las exigencias del cultivo de maíz.

Se sugiere aplicar los fertilizantes solamente al cultivo del maíz en forma localizada; los pastos aprovecharán posteriormente la fertilización residual que el maíz no utiliza.

Finalmente, se recomienda que para el establecimiento de sistemas integrados como maíz-pastos se considere el control de plagas, la intensidad de luz, la evaluación agronómica del maíz y los pastos, así como su calidad nutricional.

13.5 Bibliografía de referencia

FAO. (2010). Integrated Crop–Livestock Systems for Sustainable Development. Plant Production and Protection Division Consultation Documents. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.

Gomes, D.M.; Vilela, L.; Lobato, E. & Vieira, W. (2001). Uso de gesso, calcario e odobos para pastagens no Cerrado. EMBRAPA, Cerrados, PlanJltina, Brasil. 22 p.

Rincón, A. (2013). Establecimiento y manejo de la asociación maíz - pastos para la producción de carne bovina. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12324/19686>.

Rincón, A. (2001). Desarrollo de sistemas agrosilvopastoriles para la producción competitiva de carne bovina en la altillanura plana colombiana. Informe final de Corpoica, MADR. Fedegan. 91 p.

de Souza Filho, W., de Albuquerque Nunes, P. A., Barro, R. S., Kunrath, T. R., de Almeida, G. M., Genro, T. C. M., ... & de Faccio Carvalho, P. C. (2019). Mitigation of enteric methane emissions through pasture management in integrated crop-livestock systems: trade-offs between animal performance and environmental impacts. *Journal of Cleaner Production*, 213, 968-975

Tendall, D. M., Joerin, J., Kopainsky, B., Edwards, P., Shreck, A., Le, Q. B., ... & Six, J. (2015). Food system resilience: Defining the concept. *Global Food Security*, 6, 17-23.

.