

Implementación de dos sistemas silvopastoriles didácticos y productivos en el Centro de Biotecnología Agropecuaria de Mosquera

Implementation of two didactic and productive silvopastoral systems in the center of agricultural biotechnology

Carlos Mario Artunduaga*

* Médico Veterinario / Universidad de la Salle / Especialización en Nutrición Animal - Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA / Especialización en Gerencia de Empresas Agropecuarias - Universidad de la Salle / Especialización en Homeopatía Veterinaria - Instituto Luis G Paez / Maestría en Ciencias Pecuarias - Universidad del Tolima
Instructor Centro de Biotecnología Agropecuaria
carlos.artunduaga@gmail.com

Resumen

Los sistemas silvopastoriles (SSP) en la América tropical se han desarrollado desde hace ya varias décadas, a través de sistemas organizados de producción, como una alternativa para la producción agrícola y pecuaria, dentro de la filosofía del desarrollo sostenible, basada en el respeto y protección de los recursos naturales de los ecosistemas, para las generaciones venideras, sin afectar la satisfacción de las necesidades alimentarias de las actuales. Otro aspecto básico que ha sido eje fundamental para el establecimiento de sistemas agroforestales pecuarios (SAFp), en la región, lo constituye el aporte efectivo y concreto para la mitigación y adaptación al cambio climático, a partir del reconocimiento de que la ganadería bovina actualmente contribuye con la emisión de gases efecto invernadero (GEI), con cerca del 16 % del total contabilizado a nivel mundial (IPCC, 2006). Al pensar en esta realidad, se establecieron en el Centro de Biotecnología Agropecuaria (CBA) del SENA, desde 2011, en los lotes 18 y 13, dos sistemas diferentes que sirvieran de modelo productivo de referencia para la comunidad académica tanto del CBA como del sector externo (visitantes, aprendices y funcionarios de otros centros y entidades). Los lotes en mención, durante el fenómeno de La Niña, del 2010 al 2011, estuvieron inundados completamente. Lo que ocasionó pérdidas en su estructura, textura, alteración en la composición química y fertilidad de estos. Después de hacer análisis rigurosos y completos de cada uno de ellos, se realizó la aplicación de enmiendas para de iniciar su implementación. Actualmente, los establecimientos de producción ganadera ecológica han servido principalmente como recurso didáctico para aprendices de especialidades tales como: Tecnólogo en Producción Ganadera, Gestión de Empresas Agropecuarias, Tecnólogo en producción de Especies Menores, así como para los técnicos en producción pecuaria y especializaciones técnicas que involucran esencialmente a tecnólogos graduados y a profesionales del sector agropecuario. En la actualidad, los arreglos presentes en el lote 18 cuentan con: un subsistema de cercas vivas, plenamente establecidas y que generan una protección funcional, derivada de la interacción en la localización periférica de los potreros; un subsistema silvopastoril intensivo, el cual fue dividido en franjas de pastoreo-ramoneo, en el que se realiza cría y levante de terneras bajo la modalidad ganadera sostenible; un subsistema de árboles dispersos de Aliso, asociados con la pastura de bajo porte; un subsistema de árboles dispersos de Acacia negra, con pastura de bajo porte. En adición, en el lote 13 se han establecido, desde 2014, cultivos forrajeros, de forma escalonada, por franjas de diversas especies, con destino a la dieta de los rumiantes, entre los 21 surcos de *Alnus acuminata*, que se encuentran en crecimiento, para establecer un SSP, en asocio con la mezcla de pasturas de bajo porte, una vez los Alisos logren pleno desarrollo.

Fecha recibido: 09 - diciembre - 2018
Fecha aceptado: 13 - diciembre - 2018

Palabras clave

cambio climático, comunidad académica, desarrollo sostenible, gases efecto invernadero, producción ganadera ecológica, protección de los recursos naturales, sistemas agroforestales.

Abstract

The silvopastoral systems (SSP) in tropical America have been developed for several decades through organized production systems, as an alternative for agricultural production and livestock within the philosophy of sustainable development, based on respect and protection of resources natural ecosystems for future generations, without affecting the satisfaction of the current food needs. Another basic aspect that has been a fundamental axis for the establishment of livestock agroforestry systems (SAFp) in the region, has been the effective and concrete contribution to mitigation and adaptation to climate change, based on the recognition that cattle farming currently contributes to the greenhouse gas emissions (GHG) with about 16% of the total recorded worldwide. Thinking about this reality, in the SENA Center for Agricultural Biotechnology (CBA) since 2011 in lots 18 and 13 two different systems that serve as reference model for the academic community of both the CBA and the external sector (visitors, apprentices and officials from other centers and other entities). The lots mentioned during the phenomenon of the girl from 2010 to 2011 were completely flooded. Losing characteristics of structure, texture, alteration in chemical composition and fertility. After performing full analyzes of each of these, the application of amendments was made to begin implementation. At the moment the establishments of ecological livestock production have served mainly like didactic resource for apprentices of specialties such as technologist in livestock production, management of agricultural companies of smaller species, as well as technicians in cattle production and technical specializations, that involves mainly graduated technologists and professionals of the agricultural sector. At present, the arrangements present in lot 18 have a subsystem of live fences fully established and generating functional protection derived from the interaction in the peripheral location of the paddocks; intensive silvopastoral subsystem, which was divided into grazing-browse ranges, in which calves are raised and raised under this sustainable livestock modality; Subsystem of scattered Alder trees associated with low-altitude pasture, subsystem of scattered black Acacia trees with low-bearing pasture. In lot 13, forage crops have been established in staggered form by strips, of various species, for the diet of ruminants since 2014, among the 21 rows of *Alnus acuminata*, which are growing, to establish an SSP in association with a mixture of low-altitude pastures, once the alders achieve full development.

Keywords

Climate Change, Academic Community, Sustainable Development, Greenhouse Gases, Ecological Livestock Production, Protection of Natural Resources, Agroforestry Systems.

INTRODUCCIÓN

En Colombia, los sistemas silvopastoriles (SSP) han tenido su máximo desarrollo en los ecosistemas tropicales, bajos y medios, característicos de pisos altitudinales, basales y premontanos, incluidos las zonas de vida de Holdridge de bosque seco, bosque húmedo, bosque muy húmedo y bosque pluvial.

Los sistemas silvopastoriles son sistemas de producción pecuaria en donde las leñosas perennes (árboles y/o arbus-

tos) interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral (Ledesma, 2003).

En las regiones características de su implementación, se han realizado innumerables trabajos y estudios relacionados con los diferentes arreglos de SSP, que se han categorizado en los sistemas de producción pecuaria, especialmente fincas ganaderas bovinas, con vocación productiva de carne y de doble propósito, predios en los que se resalta la importancia de los sistemas silvopastoriles, que puede

verse reflejada al analizar el beneficio que desempeña el componente arbóreo sobre la actividad ganadera y sobre el medio ambiente. (Ledesma, 2003).

En Colombia el uso de sistemas silvopastoriles en la producción ganadera ha tenido un gran auge en los últimos años. Sin embargo, aún falta información y documentación a largo plazo, que permita aumentar los conocimientos sobre las interacciones entre los componentes árbol-pastos-suelo-animal. (Mahecha et al (1999).

Dentro de los arreglos de SSP, pueden reconocerse las cercas vivas, barreras rompe vientos, árboles dispersos (sombra y ramoneo), sistemas silvopastoriles intensivos, bancos forrajeros y setos productivos de biomasa, entre otros. Estos sistemas alternativos generan un impacto muy importante sobre la producción animal sostenible ya que permite contribuir a la intensificación natural de la ganadería, con la implementación de sistemas silvopastoriles, el impulso de la industria forestal ligada a la ganadería, y la conservación de bosques y corredores biológicos de importancia global. (Naranjo et al., 2012).

Desde el punto de vista de las prioridades de desarrollo a escala humana (MaxNeef, 1994), los SSP pueden contribuir de manera decisiva a la generación de alimentos y productos alternativos que involucren la actividad productiva y de satisfactores de necesidades básicas de comunidades rurales, en razón a que La reconversión social y ambiental de la ganadería es una urgencia y una prioridad para el país. La intensificación de la ganadería podría incrementar significativamente sus contribuciones alimentarias, económicas y sociales. (Murgueitio, 2000).

En cuanto al impacto de los arreglos propuestos a los predios rurales, según sea sus condiciones específicas y expectativas productivas, existen alternativas funcionales como los cercos vivos entre potreros, que pueden generar valor agregado a la productividad. Los beneficios de estos cercos para los sistemas ganaderos incluyen el sombrío, la producción de forraje y frutos de alta calidad nutricional, protección contra el viento, un efecto favorable sobre los suelos, disminución de los costos de posteadura y un menor impacto sobre los bosques naturales. Además, no sólo permiten el movimiento de variadas especies, sino que proporcionan refugio para la fauna nativa, incluyendo en algunos casos, especies propias de los bosques (Murgueitio y Calle, 1998)

Numerosos estudios se han realizado en muchos países, en torno a estos sistemas de producción; es importante resaltar que desde lo sostenible, los SSP permiten dinamizar

la actividad microbiológica y bioquímica del suelo, incide positivamente sobre la estructura y textura del suelo, mejora notablemente las condiciones climáticas al interior de los potreros con estos establecimientos, así como la ecofisiología de los animales manejados en estos predios. Desde lo económico, con el establecimiento de los SSP, se generan así, oportunidades de mayor competitividad no solo al productor ganadero, sino también, a la economía del país (incremento de las exportaciones con carne de calidad). La implementación de sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) hace parte de las alternativas para aumentar la productividad con un menor impacto negativo en el ambiente y con un amplio beneficio social. El SSPi integra el uso de arbustos forrajeros en alta densidad (más de 7.000 por hectárea) intercalados con pasturas de alta producción y árboles maderables, y de otros usos que interactúan con el suelo, animales y ambiente. (Gaviria et al., 2012).

En los últimos años se ha presentado una situación de alarma real sobre el cambio climático ocasionado por emisiones de gases efecto invernadero (GEI), los cuales en el mayor porcentaje son generados por actividades antropogénicas asociadas a la generación de energía eléctrica basada en combustibles fósiles; vehículos de transporte público y de carga, Agricultura intensiva, y la ganadería bovina principalmente, la cual contribuye con más del 10% de estas emisiones (IPCC, 2006).

No solamente se ha visto afectado el clima en la tierra sino los suelos productivos, acuíferos y biodiversidad con el desarrollo e implementación de sistemas agrícolas y ganaderos intensivos, los cuales demandan altísimas cantidades de insumos externos de síntesis química y son generadores de GEI en alta cantidad. Los resultados muestran que en cada uno de los paisajes ganaderos analizados las pasturas degradadas no están aportando significativamente al secuestro de carbono, mientras que las pasturas mejoradas con árboles y los sistemas silvopastoriles son usos de la tierra con mayores potenciales. El establecimiento de pasturas mejoradas con alta densidad de árboles presenta un alto potencial de secuestro de carbono, el cual se podría incrementar a nivel de finca y de paisaje insertando pequeñas áreas de plantaciones forestales y liberando otras áreas para dar paso a la regeneración natural del bosque. (Ibrahim et al., 2007).

Hoy en día se ha establecido en numerosos países como medida que incentiva la regeneración y restauración de ecosistemas a los predios rurales, los llamados pagos por servicios ambientales (PSA), figura mediante la cual se realiza un reconocimiento económico a los productores

rurales que implementen actividades y programas sostenibles relacionados con la mitigación de la emisión de gases, protejan recursos naturales y promuevan la biodiversidad; para esto se establecen clasificaciones por grupos de productores, con el fin de establecer indicadores que permitan caracterizar y cuantificar el impacto y establecer así el pago, por grupos clasificados; El grupo con PSA se subdivide en fincas sujetas solamente a PSA y fincas con PSA + asistencia técnica (AT). Se desarrolla un índice como herramienta para el pago por los servicios ambientales, basado en secuestro de carbono y conservación de la biodiversidad. (Zapata et al., 2007)

Con respecto a la biodiversidad, se han realizado estudios de permanencia y dinámica de especies endémicas en SSP, el establecimiento de árboles incide sobre presencia de aves, tal como se presenta en el estudio realizado en Colombia, en el que los frutales y las pasturas con alta densidad de árboles tuvieron la mayor abundancia de aves, en tanto que los remanentes de vegetación natural (bosque ribereño, gradual, bosque secundario y sucesiones vegetales) presentaron la mayor riqueza y diversidad de aves y el mayor número de especies de interés para la conservación. (Fajardo et al 2007).

Inducir la adopción de sistemas de producción ganaderos amigables con la biodiversidad, mediante diferentes estrategias en áreas de pasturas degradadas para crear paisajes más adecuados para la biodiversidad, el agua y el suelo, e incrementar los ingresos del ganadero. (Chará, et al., 2011)

Desde hace relativamente poco tiempo, se han venido realizando trabajos de investigación y establecimientos productivos de SSP en trópicos de altura, caracterizado como zonas de bosque húmedo, en pisos altitudinales de montano bajo y una parte de montano Holdridge, con alturas comprendidas en un rango de 2200 a 2900 msnm, conocidas comúnmente como zonas de clima frío y de pre-páramo. En estas regiones se han caracterizado especies que generan aportes importantes a establecimientos ganaderos, como alternativas de suplementación en ramoneo o corte y acarreo, así como en la mitigación del impacto ambiental (regulando la ecofisiología animal), por cambios abruptos de temperatura, humedad relativa y radiación solar, que generan alteraciones en la fisiología de los animales, especialmente los que se encuentran en desarrollo y en fases productivas y reproductivas.

En el CBA tradicionalmente se han formado jóvenes aprendices dentro de la estrategia conocida como formación

profesional integral (FPI), la cual involucra un fuerte componente de la *praxis* y la didáctica vivencial, como alternativas eficaces de interiorización de conocimientos y desarrollo de destrezas y habilidades para, finalmente, asegurar el desarrollo de competencias que les permita desarrollar un oficio, con calidad, en la empresa donde se vinculen (vida laboral).

Desde la fundación del CBA, inicialmente llamado Centro Agropecuario de la Sabana (CAS), el sistema de producción de la ganadería especializada de leche ha incorporado todos los lineamientos y postulados de la revolución verde: uso intensivo de maquinaria agrícola, uso de fertilizantes de síntesis química, pesticidas para el control de enfermedades parasitarias de las pasturas y herbicidas para el control de las llamadas malezas (arvenses); todo un paquete tecnológico que hasta hoy se sigue implementando, lo que ha evidenciado deterioros resultantes por la adopción de dichas tecnologías. Dentro de las principales causas atribuibles a la baja productividad y pérdida de la biodiversidad de los sistemas de producción bovina en los trópicos se encuentra la degradación de las pasturas, relacionada, a su vez, con la destrucción de los bosques y selvas tropicales, mediante la tumba y la quema, para dar paso a las praderas de gramíneas, dirigidas a la cría de bovinos (Molina et al., 2006).

Hacia el año 2013, se iniciaron trabajos en el lote 13, en el cual se propuso el establecimiento de surcos de árboles nativos, a una distancia de 10 m; y entre árboles, de 7 m; con el fin de generar unas franjas productivas de cultivos forrajeros. Se estableció un total de 21 surcos de árboles nativos, dentro de los cuales, la mayoría son de la especie *Alnus acuminata*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El lote 18A cuenta con 12000 m². Se halla ubicado en el sector oriental del CBA; alrededor de este se encuentran, hacia los costados sur y oriental, unos cultivos de tipo industrial de hortalizas, en áreas bajo la figura de arriendo. El límite occidental es carreteable y comunica la zona de administración con la unidad de ganadería; y el límite norte, también carreteable, se dirige a la unidad de lácteos y a la oficina de producción. De otro lado, el lote 13 cuenta con 6,4 ha, se halla al extremo sur del CBA, en el sector llamado La Estrella. Este lote limita al sur con los lotes de pastoreo 10 y 11; hacia el norte, con un vallado interno para riego; y hacia el occidente, con el lote de pastoreo 9 (figura 1).

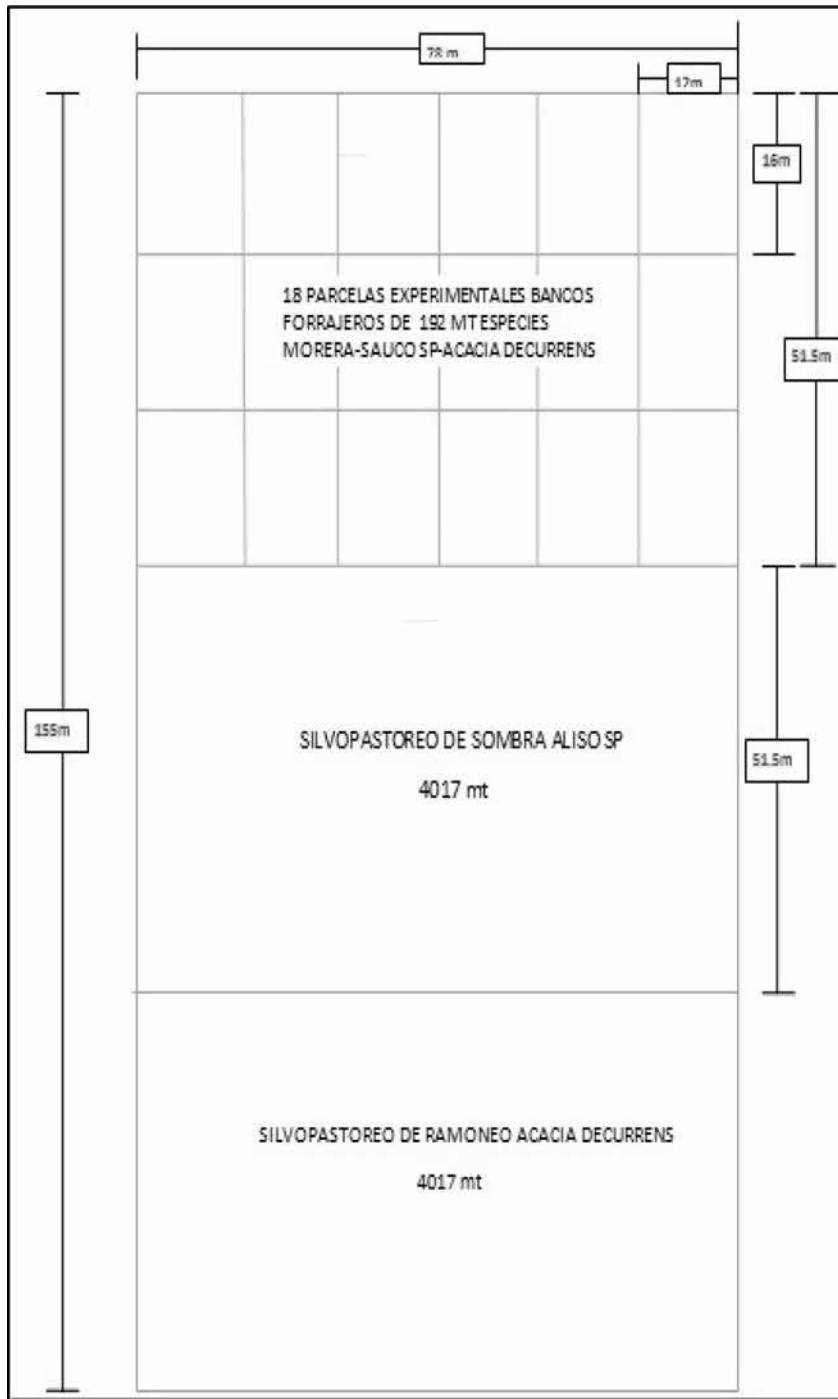


Figura 1. Vista satelital de los lotes 18 y 13 del CBA, de Mosquera.

En el lote 18 se establecieron SSP, los cuales se distribuyeron en los cuatro arreglos propuestos (figura 2). En el año 2011, se iniciaron trabajos en el lote 18 – (1,2 ha) para los diferentes arreglos de sistemas silvopastoriles, los cuales quedaron establecidos a finales del año 2012, así:

- Cercas vivas multiestrato, de *Fraxinus chinensis*, *Fraxinus excelsior* y *Fraxinus longicuspis*, (Urapán), *Tecoma stans* (Chicalá), *Pittosporum undulatum* (Jazmín del cabo).

- Sistema silvopastoril intensivo (SSPi), conformado por las especies *Sambucus peruviana* (Sauco o Tilo) y *Acacia decurrens* (acacia negra), *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), *Holcus lanatus* (Falsa poa), *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*.
- Árboles dispersos de *Alnus acuminata*, en asocio con *Pennisetum clandestinum*; *Holcus lanatus* (Falsa poa), *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*, *Vicia atropurpurea*.
- Árboles dispersos de *Acacia decurrens*, en asocio con *Pennisetum clandestinum*.



El lote 18 presentó graves alteraciones de su estructura, textura y alta salinización, durante los meses que estuvo inundado, entre finales del año 2010 y mediados del 2011, debido a la presentación del fenómeno de La Niña, caracterizado por un alto régimen de lluvias, concentradas en una época determinada. Durante ese tiempo, y los meses posteriores a esta circunstancia climatológica, no tuvo un uso productivo ni para la unidad agrícola ni pecuaria. Se realizaron análisis completos de suelos y a partir de una recomendación por parte de ingenieros agrónomos, se aplicaron correctivos. En las figuras 4 a 13 se detalla el flujo secuencial del proceso de establecimiento del SSP y de sus cuatro subsistemas, actividades que han vinculado a un número amplio de aprendices, de diferentes programas y fichas de formación. Su participación no fue únicamente con procedimientos operativos, sino con aportes de ideas, opiniones, planteamientos de estrategias y metodologías para el establecimiento de formas que fueran más efectivas. Entre los años 2010 y 2011, Colombia se vio azotada por una crisis invernal sin precedentes: miles de colombianos sufrieron el rigor del Fenómeno de la Niña, una calamidad natural que dejó un gran número de personas sin hogar, sin empleo y con una agobiante sensación de inestabilidad en sus hogares. La crisis invernal fue de tal magnitud, que desbordó la capacidad de las entidades estatales (Núñez et al., 2013)

Figura 2. Plano del lote 18, con los arreglos propuestos y las medidas respectivas

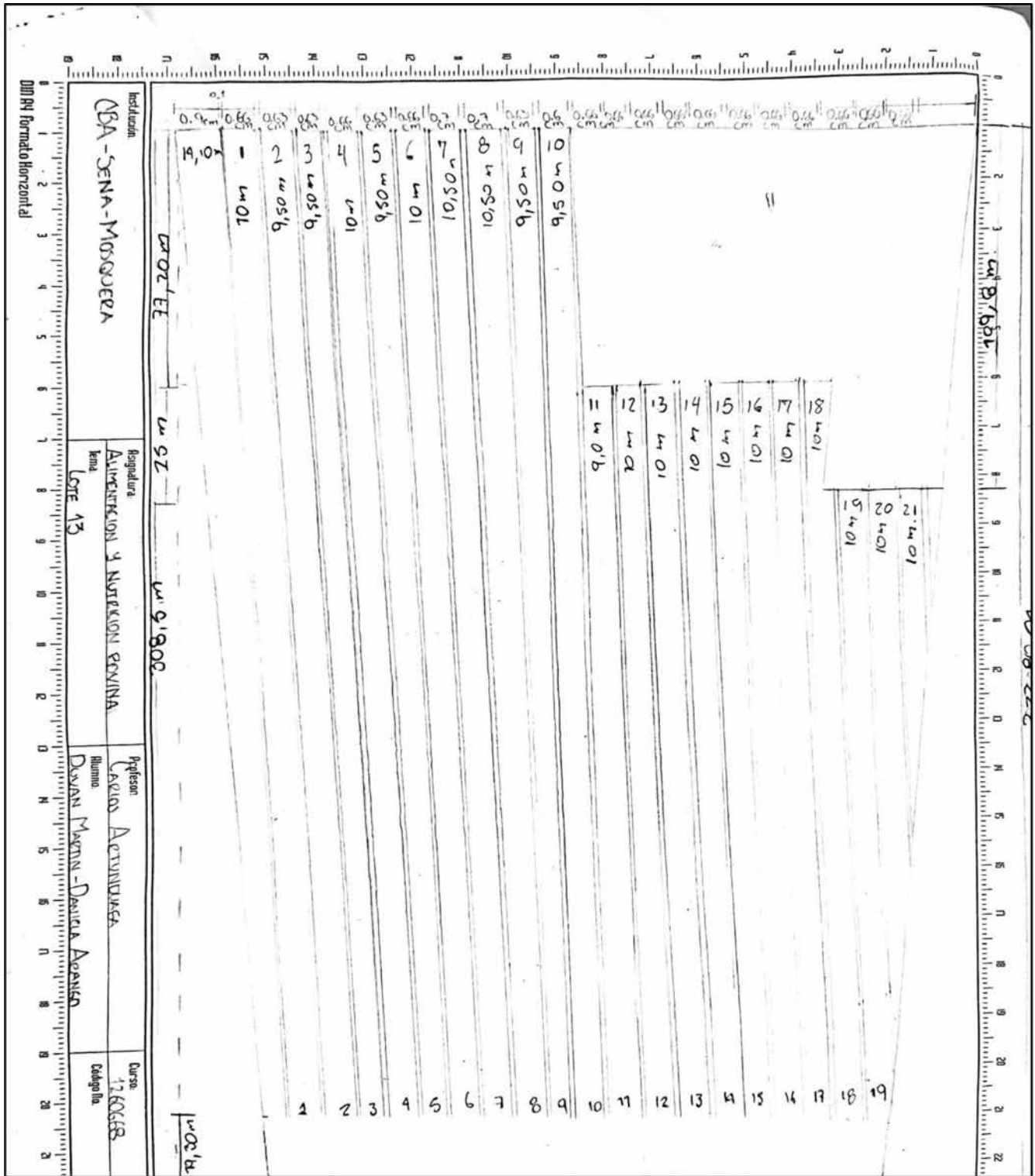


Figura 3. Plano del lote 13, realizado por la aprendiz Daniela Arango, del programa Tecnólogo en Producción Ganadera, con los 19 surcos iniciales de *Alnus acuminata* y 20 franjas de producción forrajera.

- En el arreglo de árboles dispersos de *Acacia. decurrens* con *Pennisetum clandestinum* se realizó, en el año 2015, una tesis de los estudiantes Ángel Terreros y Sandra Castiblanco, de la especialización de Nutrición Animal Sostenible de la UNAD: *Evaluación de los efectos nutricionales de dos sistemas de pastoreo en Cundinamarca (tradicional vs. silvopastoril) sobre el comportamiento productivo de ganancia de peso diario en terneras de levante de la raza Holstein.*
- En el año 2017, se hizo un trabajo de investigación, en alianza con el programa de Zootecnia de la Universidad Santo Tomás, del semillero de Producción Pecuaria Ecológica: *Estimación de la captura y almacenamiento de carbono y flujo de nutrientes en un sistema silvopastoril, con Acacia decurrens y pasto Pennisetum clandestinum, en el Municipio de Mosquera-Cundinamarca.*
- Desde el año 2011, hasta la fecha, en el lote 18 se han realizado numerosas prácticas de manejo y actividades de ambientes abiertos de aprendizaje (AAA), por parte de diferentes grupos de tecnólogos en producción ganadera, especies menores, gestión de empresas agropecuarias, entre otros.
- En el mes de octubre de 2018, se realizó un curso de 80 horas de SSP, con un grupo de 25 trabajadores oficiales, de 12 regionales del país, quienes fueron formados en las bases conceptuales y lineamientos bases para establecimiento de los sistemas silvopastoriles; así mismo en las normas básicas de manejo y procedimientos para determinación de captura y almacenamiento de carbono en plantas leñosas. Utilización de herramientas y aplicaciones para determinar medidas dasométricas de árboles.
- Visitas de grupos de estudiantes de programas de zootecnias de diferentes universidades, tales como La Salle, UDCA, Agraria, para realizar reconocimiento de los diferentes arreglos que componen los Sistemas Silvopastoriles en trópico alto.
- Se ha reconocido la presencia de avifauna presente en estos sistemas desde su establecimiento por parte de estudiantes de los diferentes programas.



Figura 4. Lote 18. Limpieza del lote, previo al inicio de trabajos.



Figura 5. Lote 18. Manejo de árboles existentes, antes del inicio del nuevo establecimiento.



Figura 6. Lote 7. Destino y establecimiento de árboles deteriorados del lote 18.



Figura 7. Lote 18. Trazado de cercas vivas. Múltiples visitas y días de campo a los subsistemas, para la socialización de la metodología alternativa de producción ganadera sostenible, con grupos internos y externos del CBA.



Figura 8. Lote 18. Preparación y adecuación del terreno.



Figura 9. Lote 18. Alistamiento del material vegetal para siembra.



Figura 10. Lote 18. Trazado de áreas de cultivo y siembra de arbolitos



Material vegetal (arbolitos) de las distintas especies, sembrados y prendidos en el lote 18.

Figura 11. Lote 18. Inicio del desarrollo de árboles establecidos en las parcelas.



Cercas vivas establecidas y en desarrollo. (Tanto las que fueron sometidas a poda como las que se sembraron).

Figura 12. Lote 18. Rebrote de árboles en cercas vivas y desarrollo inicial de árboles plantados.

Etapa inicial de desarrollo de los bancos forrajeros de *Sambucus nigra* y *Acacia decurrens*



Figura 13. Lote 18. Subsistema de parcelas de bancos forrajeros, en etapa inicial de desarrollo.

SITUACIÓN ACTUAL

El subsistema de parcelas de bancos forrajeros, con un área aproximada de 4200 m², establecido con especies *Sambucus nigra* (*S. peruviana*) y *Acacia decurrens*, asociadas con *Pennisetum clandestinum*, *Holcus lanatus* y *Trifolium sp.*, fue transformado a un sistema silvopastoril intensivo (SSPi), dadas las circunstancias fenológicas de las especies leñosas (figuras 14, 15 y 16). Esta área se di-

vidió en seis parcelas, para pastoreo y ramoneo directo, por parte de bovinos. En la actualidad, se está realizando un proyecto de crianza de terneras, comparando el manejo de dieta en SSPi con terneras en pastoreo con *P. clandestinum*, suplementadas con alimento balanceado. Se encuentran 12 terneras de cría, de las razas Holstein, Overo Colorado y sus cruces, alojadas en este subsistema (figura 14).



Subsistema bancos forrajeros: se hizo transición a Sistema Silvopastoril intensivo, con animales en etapa de cría.

Figura 14. Lote 18. Subsistema SSPi dividido en áreas de pastoreo-ramoneo y 12 de terneras de cría.

El subsistema árboles dispersos de *alnus acuminata*, con pastura asociada de mezcla de especies gramíneas y leguminosas como *Pennisetum clandestinum*; *Holcus lanatus* (falsa poa), *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*, *Vicia atropurpurea*, ha tenido un desarrollo importante. Allí se encuentran árboles de alturas variables, que fluctúan entre los 1.20 m hasta los 5 m (figura 15). De este arreglo, se han obtenido cantidades importantes de forraje de alta calidad, dadas las especies presentes, con el objetivo de realizar ensilaje para suplementación de la dieta de rumiantes. Una vez se cuente con una altura importante de la totalidad de

los árboles y que no puedan ser afectados por los animales, se pretende alojar terneras para realizar sistemas de cría y levante en este tipo de arreglo.

El subsistema árboles dispersos de *Acacia decurrens* con *Pennisetum clandestinum*, presenta, a día hoy, un desarrollo pleno en cuanto a la altura de los árboles y producción de forraje (figura 16). Se han realizado dos trabajos de investigación y se espera, en próximos meses, hacer una división en franjas de pastoreo-ramoneo para cría y levante de terneras.



Nivel avanzado de desarrollo del subsistema árboles dispersos de *Alnus acuminata* con mezclas de pasturas de bajo porte. Obtención de forraje para ensilar.

Figura 15. Lote 18. Subsistema árboles dispersos de *Alnus acuminata* con pasturas de bajo porte.

Debido al volumen importante de leñosas presentes en este arreglo, se determinó que la captura y almacenamiento de carbono se produce en altas cantidades, lo cual contribuye no solo a la mitigación de la emisión de gases efecto invernadero (GEI), sino a la socialización de la metodología de su determinación en eventos de capacitación. Las aca-

cias de este sublote fueron podadas por el grupo de trabajadores oficiales, que recibieron una capacitación de 80 horas, sobre sistemas silvopastoriles, en el mes de octubre. Esta actividad generó mayor ingreso de luminosidad al estrato bajo (pastura), lo cual ha contribuido a aumentar la producción forrajera de kikuyo.



Nivel avanzado de desarrollo del subsistema *Acacia decurrens* con *Pennisetum clandestinum*. Listo para ser ocupado por bovinos en SSP de sombra.

Figura 16. Lote 18. Subsistema árboles dispersos de *Acacia decurrens*, con pasturas de bajo porte

ANTECEDENTES LOTE 13

Este lote, al igual que el lote 18, estuvo inundado durante cerca de 8 meses. Tanto el componente físico, como el químico y microbiológico fueron severamente alterados; por lo que, a partir de análisis completos, realizados en el

Laboratorio de Suelos de Agrosavia (anteriormente Corpoica), se aplicaron enmiendas recomendadas por ingenieros agrónomos del CBA.



Lote 13. Preparación y establecimiento de forrajes en franjas.



Lote 13. Suelo preparado y árboles listos para plantarse.

Figura 17. Lote 1. Inicio en el establecimiento del SSP, iniciando como sistemas agrosilvopastoril

En el lote 13 se han establecido, desde 2014, cultivos forrajeros de forma escalonada, por franjas, de especies *Zea mays* (maíz), *Avena sativa* (avena forrajera), en asocio con *Vicia atropurpurea* (vicia) o en monocultivo y *Beta vulgaris* (remolacha forrajera); cultivos que se han cosechado para suministro en fresco o para ensilar con destino a la suplementación de la dieta de diferentes etapas productivas de la unidad de ganadería bovina de leche. Además, en estas mismas franjas se han cultivado parcelas de diversas especies de pastos de clima frío, con el objetivo de ser utilizado como recursos didácticos para aprendices. Una vez los árboles de *Alnus acuminata* se encuentren plenamente desarrollados, se esperan implementar áreas de pastoreo rotacional para bovinos, dentro del sistema silvopastoril, mientras tanto, se continuará produciendo cultivos forrajeros para corte y beneficio, corte y suministro.

En el lote 13 se realizaron labores de preparación del suelo, similares a las efectuadas en el lote 18, dadas las características de deterioro mencionadas. Se establecieron cerca de 800 alisos, de los cuales, en el primer año, se presentó una mortalidad cercana al 35 %, debido a deficiencias en riego y continuidad en las labores del cultivo.

En este lote se han ejecutado actividades de manejo relacionadas con el plateo, aporque y abonamiento, con materia orgánica proveniente de galpones avícolas (gallinaza) y lombricompost, obtenido de la unidad de porcicultura. En estas labores han participado aprendices de los programas: Tecnólogo en Producción Ganadera de Especies Menores, Gestión de Empresas Agropecuarias, entre otros.



Lote 13. Trazado y siembra de arbolitos en los surcos.

Figura 18. Lote 13. Actividades de trazado y siembra de árboles de especie *Alnus acuminata*

Dentro de un proyecto de investigación aplicada, denominado *Evaluación integral y nutricional de Alnus acuminata en las primeras etapas de desarrollo a tres cepas de hongos*

micorrizógenos arbusculares, se realizaron pruebas de determinación de estructuras en la rizosfera y de porcentaje de inoculación en las raíces de los alisos (figura 19).



Lote 13. Toma de muestras de suelo y raíces de Aliso para análisis de micorrizas.

Figura 19. Lote 13. Toma de muestras de suelo rizosférico y porciones de raíces de *Alnus acuminata*

Situación actual

En el lote 13 se continúan estableciendo cultivos forrajeros de diferentes especies (ya mencionadas), para corte y suministro directo en fresco, así como para preparar alimento conservado, bajo la técnica de ensilaje (figura 20). El nivel de desarrollo de los árboles establecidos: *Alnus acuminata* y otras especies que fueron sembradas en una etapa posterior a la alta mortalidad de los alisos, registrada en 2015, es variable, se encuentran árboles desde 0,8 m hasta 5 m de altura. Las especies que se establecieron en ese año fueron de nativas ornamentales como chicala (*Tecoma stans*), alcaparro (*Senna varium*), jazmín del cabo (*Pittosporum undulatum*), arboloco (*Smilax pyramidalis*); nativas

forestales como roble (*Quercus humboldtii*) y cedro (*Juglans neotropica*); y forestales exóticos como *Eucalyptus globulus*.

Una vez la totalidad de los árboles nativos se encuentren en un nivel de desarrollo que no pueda ser afectado por el ramoneo o por el quiebre generado por los animales, se ingresará un grupo de vacas para iniciar un SSP para rotación, bajo unas condiciones de bienestar animal y con condiciones ecofisiológicas más estables, que tendrán impacto tanto en la reproducción como en la producción y la sanidad. Figura 20. Proceso de ensilaje de material forrajero proveniente del cultivo del lote 13.



Proceso de Ensilaje de forraje (maíz cosechado en el lote 13).

Figura 20. Proceso de ensilaje de material forrajero proveniente del cultivo del Lote 13.

Las especies forestales tales como el eucalipto el cedro y el roble, se establecieron en tres franjas del lote 13 (la 1, la 10 y la 19), con el objetivo de producir madera fina, a

largo plazo, dentro del SSP, como una estrategia de integralidad productiva y de propiciar un importante valor agregado a este arreglo.



Lote 13. Cultivos de maíz con destino a producción de forraje de corte para ensilaje y suplementación de la dieta de los bovinos. Más de 700 árboles en diferentes estados de desarrollo.

Figura 21. Cultivo de especies forrajeras (maíz y estado actual de algunos árboles de *Alnus acuminata*



Lote 13. Curso de SSP con trabajadores oficiales de diferentes regionales del país.

Figura 22. Imagen del curso de SSP, dictado a trabajadores oficiales, en octubre de 2018, en el lote 13, en su estado actual.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chará, J., Murgueitio, E., Zuluaga, A., & Giraldo, C. (2011). Ganadería colombiana sostenible. *Mainstreaming Biodiversity in sustainable cattle ranching*. Fundación CIPAV.
- De Cambio Climático, P. I. (2006). Directrices del IPCC del 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- Fajardo, D., González, R. J., Neira, L., Chará, J., & Murgueitio, E. (2009). Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Recursos Naturales y Ambiente*, (58).
- Gaviria, X., Sossa, C. P., Montoya, C., Chará, J., Lopera, J. J., Córdoba, C. P., & Barahona, R. (2012, November). Producción de carne bovina en sistemas silvopastoriles intensivos en el trópico bajo colombiano. In *VII Congreso Latinoamericano de Sistemas Agroforestales para la Producción Animal Sostenible*.
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P.,... & Rojas, J. (2007). Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 45(1), 27-36.
- Ledesma, L. M. (2003). Importancia de los sistemas silvopastoriles y principales limitantes para su implementación en la ganadería colombiana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 16(1), 11-18.
- Mahecha, L., Rosales, M., Molina, C. H., & Molina, E. J. (1999). Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala*-*Cynodon plectostachyus*-*Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. Serie FAO Producción y Salud Animal*, (143), 407-420.
- Max-Neef, M. A., Elizalde, A., & Hopenhayn, M. (1994). *Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones* (Vol. 66). Icaria Editorial.
- Molina, M., Ledesma, L. M., & Medina, M. (2005). Importancia del manejo de Hongos micorrizógenos en el establecimiento de árboles en sistemas silvopastoriles. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 18(2), 162-175.
- Murgueitio, E. (2000). Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. *Pastos y Forrajes*, 23(3).
- Murgueitio, E., & Calle, Z. (1998). Diversidad biológica en sistemas de ganadería bovina en Colombia. In *Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica*.
- Naranjo, J. F., Cuartas, C. A., Murgueitio, E., Chará, J., & Barahona, R. (2012). Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con

Leucaena leucocephala en Colombia. *Livestock Research for Rural Development*, 24(8), 8-24.

Zapata, Á., Murgueitio, E., Mejía, C., Zuluaga, A., & Ibrahim, M. (2007). Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, Colombia. *Agroforestería en las Américas*, 45, 86-92.

Núñez, J., Hurtado, C., Páez, F., Bateman, A., Pinzón, C., Gutiérrez, C., Castillo, J., (2013). Fenómeno de la Niña_Completo.pdf (Evaluación de los programas para la atención del Fenómeno de la Niña 2010-2011). *Fedesarrollo Fondo Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres - Subcuenta Colombia Humanitaria*