

SISTEMA SILVOPASTORIL INTENSIVO CON *Leucaena leucocephala* Y PASTOS MEJORADOS (*Panicum máximum*) PARA LA PRODUCCIÓN OVINO-CAPRINO
INTENSIVE SILVOPASTORIL SYSTEM WITH *Leucaena leucocephala* AND IMPROVED PASTOS (*Panicum maximum*) FOR OVINE-CAPRINE PRODUCTION

Esp. Ricardo J. Del Valle M.¹*; MSc. Jesús E. Ropero A.¹; MSc. Jhon Elier Arango Trillos¹; MSc. Jose A. Orozco O.¹

¹Grupo de investigación BIOSENA centro Agroempresarial SENA Regional Cesar
E-mail:{ricadeva007, elier_arango, alsina82, joseaoo}@misena.edu.co

Resumen: Los sistemas silvopastoriles son una asociación de arbustos forrajeros y pastos mejorados, que tienen como función contribuir a aumentar la ganancia de peso en la producción animal. Para la implementación de los sistemas silvopastoriles se deben respetar los protocolos de establecimiento desde la preparación del suelo hasta la siembra con el fin de lograr buena producción por unidad de área. Los diseños agroforestales varían dependiendo de las zonas tropicales o pisos térmicos establecidos de forma nativa; sin embargo, existen referencias que establecen varios métodos de implantación Silvopastoril, con buenos rendimientos en la producción de biomasa por unidad de área.

En el sistema Silvopastoril se realizó un arreglo especial tomando un área de 20000 M² (2 ha), donde se establecieron 40 parcelas de un área aproximada de 500 M² y una densidad arbórea de más de 15000 plantas/ha de *Leucaena leucocephala* y siembra de guinea Tanzania (*Panicum máximum*), manejado bajo el sistema de Pastoreo Racional Voisin. La cantidad de plántulas de *Leucaena* encontrada en cada 10 metros lineales fue en promedio de 263 plántulas por m². Indicando que en un área de 105 m² se estableció 26.300 *Leucaena*/ha. Las especies asociadas a los arboles mejoran su calidad nutricional teniendo mayor producción de forrajes que generan una dinámica en la disponibilidad del pasto, lo que refleja la palatabilidad del forraje en el comportamiento del consumo animal.

Palabras clave: Silvopastoriles, Agroforestal, *Leucaena leucocephala*.

Abstract: The silvopastoral systems are an association of forage shrubs and improved grasses, whose function is to contribute to increase the weight gain in animal production. For the implementation of the silvopastoral systems, the establishment protocols must be respected from the preparation of the soil to the sowing in order to achieve good productions per unit area. The agroforestry designs vary depending on the tropical zones or thermal floors established in a native way; However, there are references that establish several Silvopastoral implantation methods, with good yields in biomass production per unit area.

In the Silvopastoral system a special arrangement was made taking an area of 20,000 M² (2 ha), where 40 plots of an approximate area of 500 M² were established and an arboreal density of more than 15,000 plants / ha of *Leucaena leucocephala* and guinea sowing Tanzania (*Panicum maximum*), managed under the Voisin Rational Grazing system. The number of *Leucaena* seedlings found in each 10 linear meters was on average 263 seedlings per m². indicating that in an area of 105 m², 26,300 *Leucaena* / ha. The species associated with the trees improve their nutritional quality by having greater production of forages that generate a dynamic in the availability of the grass, which reflects the palatability of the forage in the behavior of animal consumption.

Keywords: Silvopastoral systems, sheep-goat, Animal production. Ovino-caprino, Producción Animal, *Panicum maximum*

INTRODUCCIÓN

La ganadería colombiana se basa principalmente en la producción de ganado bovino lo que representa un alto porcentaje en el desarrollo económico de las regiones productoras de carne y leche en el país, pero a su vez las especies menores como son: la producción ovinos-caprina; ha venido aumentando significativamente en este renglón económico, razón por la cual es de interés el establecimiento de sistemas silvopastoriles para la adecuada explotación (Trillos, 2017).

Por otro lado, el uso inadecuado de los recursos naturales y la presencia de grandes extensiones de tierras deforestadas y sobre explotado por crecimiento de la frontera agrícola, ha causado que los suelos utilizados para la producción ganadera se vean agotados y no expresen su máximo potencial productivo. (Palma J. M., 2005); lo anterior con lleva a la búsqueda de alternativas tecnológicas, aplicando

investigaciones previas, con el objetivo de incrementar la producción y/o la productividad así como los recursos nativos, lo que permita disminuir la dependencia de insumos químicos agrícolas en los hatos y cubrir nuestras necesidades tecnológicas. Para esto se plantea la utilización de los árboles leguminosos y no leguminosos, con la inclusión de pastos mejorados como la guinea Tanzania (*Panicum maximum*) por su importancia dentro de los sistemas productivos en el trópico, jugando un papel fundamental por su alto contenido nutricional en la alimentación de rumiantes (Trillos, 2017), (Palma J. M., 2005).

Las experiencias de las investigaciones realizadas con los SSPi (Sistemas silvopastoriles de ganadería intensiva) en Colombia son ampliamente utilizados para la explotación bovina; donde se cultiva la leucaena con alta densidad arbórea y la asociación de pastos mejorados evidencian la productividad de las empresas ganaderas. Estos sistemas son adoptados para la

producción ovino-caprina, como una alternativa eficiente en la producción de carne.

Además, los sistemas agroforestales permiten aprovechar la sinergia en la asociación de leguminosas y gramíneas con diferentes tipos de árboles nativos e introducidos, que le proporcionan sombrío a los semovientes, ciclaje de nutrientes, regulación hídrica, reducción del estrés calórico y disminución de parásitos externos e internos. Sin embargo, el establecimiento de los SSPi, aportan beneficios ambientales en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, mitigando la contaminación del agua y generando condiciones adecuadas para la recuperación de la fauna y flora local. (Uribe, 2011), (Zapata, (2013), (Murgueitio E., 2016).

Al transcurrir de los años los sistemas silvopastoriles ha tomado fuerza, debido al aporte que realiza al medio ambiente mitigando el efecto de invernadero producido por el calentamiento global. (Murgueitio E., 2016); la implementación de los SSPi, se basa en los protocolos establecidos de acuerdo a los diferentes pasos para el establecimiento. (Murgueitio, (2010), tal y como se ilustra en la Figura 1.

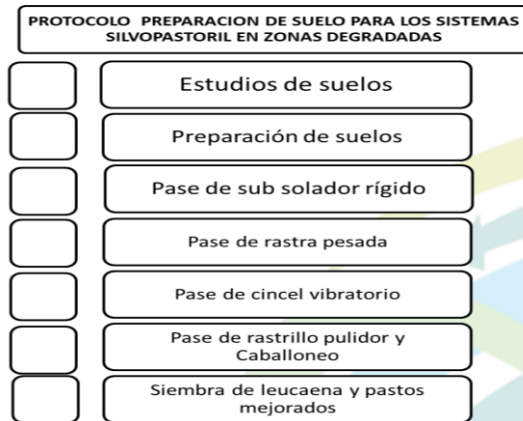


Figura 1. Protocolo general de preparación del suelo

De acuerdo a lo anterior, existen diferentes métodos y/o técnicas de implantación de los SSPi, algunos establecidos naturalmente, sin embargo dentro de estos arreglos hacen parte las cercas vivas que actúan como cortinas rompévientos, arboles leguminosos de formación natural que producen fruto en la época seca y otros arreglos forestales para suelos ácidos como es el caso del botón de oro (*Tithonia diversifolia*), *guasimo* (*Guazuma ulmifolia*), *matarraton* (*Gliricidia sepium*), *leucaena* (*leucaena leucocephala*) permiten que tenga una diversificación de los modelos silvopastoriles. (Arango, 2015)

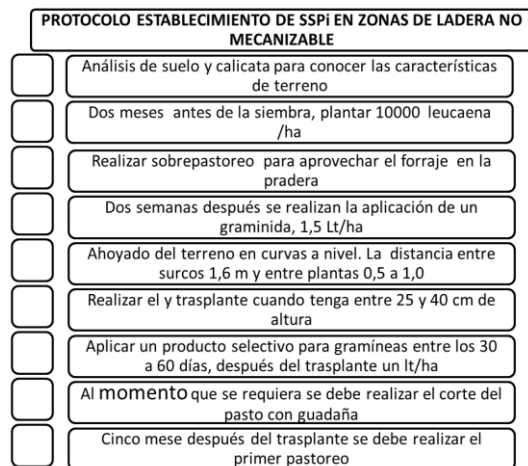


Figura 2. Protocolo SSPi en zonas de ladera

Teniendo en cuentas los diferentes protocolos estudiados en investigaciones de campo figura 2, se ilustra la secuencia de los pasos a tener en cuenta para trabajar área de ladera donde es imposible su mecanización, el cual permite establecer un silvopastoril dirigido con la introducción de árboles leguminosos desarrollando sistemas amigables con el medio ambiente permitiendo a estas zonas tener un mayor aprovechamiento en el desarrollo de la producción animal (Murgueitio E., 2016).

Otro factor importante a tener en cuenta son las condiciones agroecológicas dadas en algunas zonas tropicales; razón por la cual no siempre es fundamental implantar el silvopastoril debido que algunas áreas de la finca ya se encuentran sembradas con cultivares forrajeros; lo que nos obliga a utilizar otros métodos no convencionales, que permitan el establecimiento de los silvopastoriles dirigidos mitigando la afectación a los forrajes cultivados, véase en la figura 3. (Camero, 1999), (Murgueitio E., 2016), (Crespo, 2008)

Los métodos de siembra de los sistemas agroforestales o silvopastoriles aducen que se pueden implementar en cualquier tipo de suelo de las diferentes zonas sin importar las condiciones agroecológicas.

Los silvopastoriles son la alternativa para la restauración del medio ambiente, recuperación de los suelos, aumento de la biodiversidad, recuperación de la fauna y flora, mejoramiento de la

capacidad de carga animal y la disminución de gases de invernadero producido por los rumiantes. (Murgueitio

PASOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SSPi EN PRADERAS ESTABLECIDAS EN TERRENOS MECANIZABLE	
<input type="checkbox"/>	Se debe hacer calicatas y análisis de suelo.
<input type="checkbox"/>	Si el análisis es apto se procede, se realiza presión de pastoreo para aprovechar el forraje
<input type="checkbox"/>	Control selectivo de arvenses de forma manual, mecánica o química
<input type="checkbox"/>	Subsolar el surco donde se va a plantar la leucaena de oriente – occidente. Profundidad 0,4 m y distancia 1,5 a 1,6m
<input type="checkbox"/>	La presencia de gramíneas fumigarla con Fluzifop a razón de 1,5 l/ha
<input type="checkbox"/>	Al quinto día se siembra la leucaena inoculada de 0,3-0, 4 m, siembra manual 3 jornales
<input type="checkbox"/>	Al día siguiente aplicar un herbicida pre emergente pendimetalina sobre el surco de la leucaena 4 lt/ha
<input type="checkbox"/>	Realizar resiembra entre los 45 y 60 días si la mortalidad es superior a 10%
<input type="checkbox"/>	Si hay mucha competencia aplicar herbicida a razón de 2,5 lt/ sobre la banda de la leucaena
<input type="checkbox"/>	Cosechar el forraje entro los surcos con el fin de aprovecharlo y que no afecte el crecimiento de la leucaena
<input type="checkbox"/>	Cuatro meses después d la siembra pastorear con animales de 250 kg por un periodo de 12 a 24 horas

E. C., 2013), (Chará, 2011), (Ibrahim, (2006).

Figura 3. Protocolo SSPi en praderas establecidas.

La presente investigación da un importante aporte en los sistemas de producción bovina y ovino-caprina, ya que en países tropicales la ganadería tiene como base alimentaria los pastos, lo que determina un potencial extraordinario para la producción de biomasa, la cual se presenta de forma estacional en las zonas tropicales; la variabilidad de la calidad nutricional de los forrajes depende del ciclo vegetativo y la época del año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

El sistema silvopastoril se implementó en octubre de 2016 en la finca la Chinita, vereda La Esmeralda, en el municipio de

Aguachica Cesar ubicada en el Km 7 vía que conduce de Aguachica a Bucaramanga a solo 250 m de la troncal del Caribe, con una altura de 58 msnm y temperatura promedio de 28°C. La topografía del lugar es totalmente plana, los suelos fueron utilizados anteriormente con fines agrícolas en la siembra de algodón, sorgo, maíz; en la actualidad las grandes extensiones que eran de origen agrícola ahora son explotados en ganadería extensivas con suelos compactos, poco profundo y con bajo contenido de materia orgánica (Aguilera, (2004).

En la figura 4 se describe el protocolo utilizado para el establecimiento del SSPi empleando un método de siembra sin la aplicación de agroquímicos en áreas de fácil mecanización, instalación de cerca eléctrica y sistemas de abrevaderos, para este protocolo se debe utilizar maquinaria agrícola con el fin de darle buenas condiciones al terreno para que las especies a establecer (Leucaena leucocephala y gramíneas como la Guinea tanzania) cuenten con un entorno adecuado para su desarrollo, esta técnica consiste en implantar más de 15000 árboles por hectáreas, que permitan producir alta rendimientos en la biomasa para de esta manera aumentar el números de semovientes en áreas más pequeñas, incrementando la capacidad de carga de los hatos.

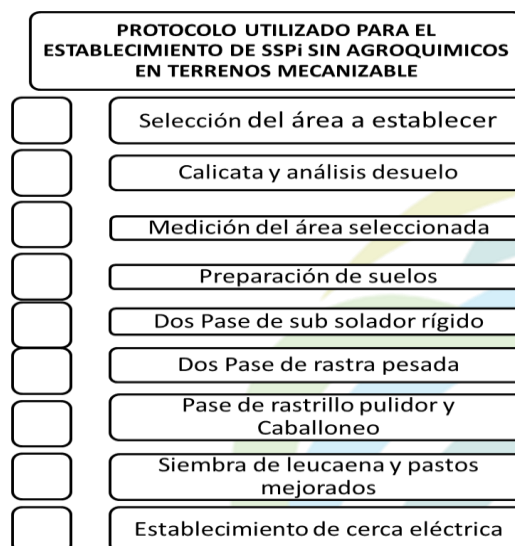


Figura 4. Protocolo diseño SSPi para manejo ovinos-caprino

Las actividades empleadas en el protocolo de establecimiento SSPi se describen en la figura 4. Para la selección del lote se recomienda que sea apto para su mecanización figura 5. Seguidamente se aplica la técnica calicata que consiste en hacer un orificio en el terreno de radio 30 cm y 1 mt de profundidad figura 6. Esta técnica determina el reconocimiento de los perfiles del suelo, posterior a esto se toma una muestra para el análisis de suelos con el propósito de determinar las condiciones fisicoquímicas del mismo. Finalmente se delimita el área de siembra para el establecimiento del SSPi como se ilustra en figuras 7.



Figura 5. Selección del lote para establecimiento de SSPi.



Figura 6. Calicata y toma de muestra análisis de suelo



Figura 7. Área seleccionada para la siembra

Dadas las condiciones del lote se procede a se realiza una presión de pastoreo para aprovechar el forraje disponible, esto facilita las labores de mecanización. Como muestra la figura 8. para esta labor se empleó dos pases de cincel rígido; un pase de oriente – occidente y el otro en forma de rombo, con una Profundidad

0,4 m y distancia entre surcos 1,5 a 1,6 m. posteriormente la figura 9, muestra cómo se emplean dos pases de rastra pesada, con el fin de romper la estructura del suelo, por ultimo un pase de rastrillo pulidor para terminar de desboronar el suelo, seguidamente se efectuó el caballoneo del lote realizado a una altura de 0,15 a 0,20 cm, con el fin de dar condiciones al suelo para que haya un buen desarrollo de las semillas plantadas (figuara 10).



Figura 8. Pase de cincel



Figura 9. Pase de rastra pesada y rastrillo pulidor



Figura 10. Orientación del Caballoneo

METODOLOGÍA

La metodología se basó en la implementación del protocolo utilizado para la siembra (Garzón, 2010), (Iglesias, 2011) (ver figura 4). De esta manera se determina la distancia entre plantas y surcos, permitiendo identificar la densidad poblacional en el silvopastoril (Navas, 2007). El siguiente diagrama describe el proceso para escarificación de la semilla de leucaena donde se puede apreciar en un diagrama de flujo el procedimiento que se realizó para la siembra



Antes de realizar la siembra se escarifica la semilla de *Leucaena leucocephala*, la cual es sometida a una temperatura de 80° C durante tres minutos, luego se extrae la semilla secándose en una superficie limpia para que alcance la temperatura ambiente.

El control de la temperatura se lleva a cabo de forma manual utilizando el termómetro como instrumento de medición de la variable térmica y por último se procede a inocular la semilla. El proceso de inoculación de la semilla se ilustra en la figura 12 la proporción

definida es de 10 kilos de semilla de leucaena mas una solución azucarada adicionándole 500gr de azúcar común a 250 cc de agua; posterior a esto se adiciona la semilla escarificada hasta que quede brillante.

Luego Se Adiciona 500 gramos de *Rhizobium* específico para *Leucaena*, por cada 10 kg de semilla que se prepare. Se Revuelve hasta homogenizar la mezcla, pasado este proceso la semilla debe quedar negra y opaca por el inóculo que se adhirió. Para el secado de la semilla se adiciona cal apagada en proporción de 150 a 200 gramos por kg de semilla, homogenizándola hasta que la semilla quede seca y separada ver la figura 13.



Figura 11. Escarificación a 80°C



Figura 12. Adición miel de azúcar



Figura 13. Inoculación del *Rhizobium* específico y secado con cal apagada

La semilla inoculada y paletizada es sembrada sobre la línea trazada y alineada en el caballón. También se puede sembrar la Leucaena a chorro continuo distanciada a 40 o 50 centímetros sobre la línea trazada, con el fin de sembrar 20 puntos de semilla de leucaena cada 10 metros, en cada punto de siembra se coloca superficial a máximo dos centímetros de profundidad sembrando entre 4 a 7 semillas del material previamente preparado observe la figura 14.

La siembra se realizó de forma manual por aprendices del programa de formación Tecnólogo en Gestión de Empresas Agropecuarias del Sena Centro Agroempresarial de la Regional Cesar, a una distancia entre surcos de 1,50 m y distancia entre pantas de 0,30 a 0,40 m, una vez sembrado el cultivo se procede a sembrar los pastos en las calles del caballón, esto con el fin de que el pasto compita con la maleza.

Después de la siembra se instaló la cerca eléctrica para evitar entrada de animales al lote, por último se implementa el diseño del paquete tecnológico para ovinos (Murgueitio R. E., 2007), (Bacab,

2013), (Roncallo Fandiño, 2009), quince (15) días después de establecido el silvopastoril, se efectúa la medición y evaluación de la germinación del SSPi, lo que permiten calcular el número de plantas germinadas, esto se realiza seleccionando cinco muestras en el cultivo, tomando como referencia 10 m de largo en cada surcos, se observa cuantas plántulas han germinado.

Para esto se tomó 5 muestras al azar dentro del lote, se realizó una medición de 10 metros lineales y se procedió al conteo del número de puntos y crecimiento de las leguminosas, posteriormente se contó las plántulas emergidas vivas en cada punto Observe la figura 15



Figura 14. Siembra del SSPi con leucaena y pastos mejorados



Figura 15. Seguimiento a la germinación.

En la figura 16 se observa el crecimiento de los pastos compitiendo con las malezas, lo que permite reducir los costos de manejo gracias a la competencia de las gramíneas con los

arvenses; Seguido a esto se realizó actividades de control cultural permitiendo que la leucaena tenga buena luminosidad evitando atraso en su crecimiento. Ir a la figura 17, posterior a esto se instaló las divisiones internas con el fin de realizar el manejo del sistema rotacional ir a la figura 18



Figura 16. Seguimiento a la germinación de la pastura - cultivo de Mombasa.



Figura 17. Seguimiento a la germinación del cultivo - Leucaena.



Figura 18. Establecimiento de cerca eléctrica

RESULTADOS

Se estableció el SSPi, en un área de 20.000 m², en esta área se procedió a realizar el diseño rotacional para los ovinos-caprino permitiendo establecer

cuatro (4) divisiones con cerca eléctrica fija. Cada división comprende un área de 500mts² con dimensiones de 25 m de ancho y 20 m, donde se podrá hacer rotación en 40 parcelas tal como lo muestra la figura 19 donde se observa cómo quedó proyectado el sistema rotacional con sus respectivos compartimientos o áreas de pastoreo.

Las áreas de pastoreo se delimitan por medio de cercas fijas y para la rotación se utiliza el cordón o cinta eléctrica móvil. Este diseño contempla un sistema de abrevaderos con puntos fijos para la el suministro de agua lo que permite realizar un buen manejo en la rotación del sistema productivo.



Figura 19. Diseño sistema rotacional Voisin

De acuerdo con la figura 20 se observan los resultados obtenidos en la evaluación de la germinación del Silvopastoril establecido.

En las barras correspondientes del siguiente grafico de esta figura se observan unas barras que describen el número de plantas por metro lineal.

Desde la barra 1 a la 5 (de izquierda a derecha) la cantidad de plántulas de Leucaena encontrada en cada 10 metros lineales arrojó en promedio un total de

263 plántulas por m². Esto indica que en un área de 105 m² se estableció 26.300 Leucaena/ha tabla 1. Para evaluar los resultados obtenidos y calificar el sistema es necesario compararlo con los estándares mínimos de germinación que según (Murgueitio E., 2016) es de 5000 Leucaena/ha.

En sistemas silvopastoriles donde hay abundante población de leucaena, que aplica para este caso, el mismo sistema realiza una selección natural que con el tiempo disminuye la densidad de árboles/ha, sin que se afecte la población mínima requerida para el Silvopastoril.



Figura 20. Análisis evaluación de la germinación

Unidades	Valor o cantidad
Largo (m)	10
Ancho (m)	10.5
Área (m ²)	105
Ha	10.000
Plántulas/m ²	263
Plántulas/ ha	26,300

Tabla 1. Datos evaluación de la germinación.

DISCUSIÓN

En la actualidad existen diferentes métodos para el establecimiento de sistemas silvopastoriles y agroforestales

que ayudan a restaurar el medio ambiente, estos arreglos se ajustan en los diferentes pisos térmicos presentes en zona tropicales, con el establecimiento del diseño Silvopastoril para ovinos, se pretende realizar próximas investigaciones para analizar el seguimiento de la ganancia de peso en los ovino - caprino todo con el fin de confirmar las bondades del diseño establecido.

Para el diseño de este sistema se tomó como referencia los arreglos silvopastoriles de ganadería intensiva donde se establecen alrededor de 5 a 10 ha, como unidad mínima rentable, optimizando de esta manera el sistema en un área de 2 ha, para ser empleado en la producción ovino - caprina. Lo que permitirá a los pequeños y medianos productores del sector ovino - caprino tener una alternativa para que utilicen nuevos sistemas productivos que disminuyan el tiempo de ceba y aumenten la ganancia diaria en kg de carne por unidad de área.

CONCLUSIONES

Los sistemas silvopastoriles son la asociación de árboles leguminoso (Leucaena leucocephala) y árboles nativos algarrobo (Ceratonia siliqua), campano (Samanea saman) lo que permiten que las condiciones del suelo mejoren, asociadas con gramíneas mejoradas (Guinea tanzania) y pasturas nativas como solana (Echinochloa polystachya), Angleton (Dichantium aristatum), climacuna, (Dichantium

annulatum). Especies que asociadas a los arboles mejoran su calidad nutricional teniendo mayor producción de forrajes que generan una dinámica anual en la disponibilidad del pasto en el sistema, lo que refleja la palatabilidad del forraje en el comportamiento del consumo animal, además el sombrío generado por los arboles a las pasturas permiten que se reduzca el periodo vegetativo de las especies forrajeras. Es de anotar la versatilidad que tienen los sistemas de producción silvopastoriles en la producción ovino-caprino con la implementación de modelos que permitan un mejor aprovechamiento en el uso del suelo y generen una alternativa económica de producción a los pequeños y medianos productores.

AGRADECIMIENTOS

El más grato agradecimiento a Dios por permitir el desarrollo de este proyecto, al Centro Agroempresarial Sena Regional Cesar, al grupo de investigación BIOSENA, por apoyar el desarrollo para el establecimiento del sistema Silvopastoril en las instalaciones de la finca la chinita que se encuentra en arriendo por el Sena, a los aprendices del programa de formación Tecnólogo en Gestión de Empresas Agropecuaria que hacen parte del semillero de investigación SEINBIOVEG.

REFERENCIAS

Aguilera, M. (2004). *Aguachica: Centro Agroindustrial del Cesar*. BANCO DE LA REPÚBLICA-ECONOMÍA REGIONAL.

Arango, F. J. (2015). *Establecimiento y manejo de un sistema silvopastoril paspalum sp-psidium guajava en clima medio de Santander, Colombia*. *El Centauro*, 5(5).

Bacab, H. M., Madera, N. B., Solorio, F. J., Vera, F., & Marrufo, D. F. (2013). *Los sistemas silvopastoriles intensivos con Leucaena leucocephala: una opción para la ganadería tropical*. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 17(3).

Camero, R., Ibrahim, M., Beer, J., & Pezo Quevedo, D. (1999). *Oportunidades para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en América Central*.

Crespo, G. (2008). *Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 42(4).

Garzón, M. Y. C., Cifuentes, A. A., & Cogollo, V. O. (2010). *Diseño de sistemas silvopastoriles basados en los planes de ordenamiento predial*. *Revista de Investigaciones UNAD*, 9(2), 541-544

Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F., & Rojas, J. (2006). *Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos*. *Pastos y Forrajes*, 29(4).

Iglesias, J. M., Funes-Monzote, F., Toral, O. C., Simón, L., & Milera, M. (2011). *Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable*. *Apuntes para el conocimiento. Pastos y forrajes*, 34(3), 241-257.

Navas, A. (2007). *Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles*. *Revista Acovez*, 37, 3.

Murgueitio, E., Chará, J. D., Solarte, A. J., Uribe, F., Zapata, C., & Rivera, J. E. (2013). *Agroforestería Pecuaria y Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPi) para la adaptación ganadera al cambio climático con sostenibilidad*. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 26, 313-316.

Murgueitio E., Uribe F., Molina C., Molina E., Galindo W., Chará J., Flores M., Giraldo C., Cuartas C., Naranjo J., Solarte L., González J. 2016. *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena*. Murgueitio E., Galindo W., Chará J., Uribe F. (eds). Editorial CIPAV. Cali, Colombia. 92, 104p

Murgueitio, E., Cuartas, C., Narango, J. F., Murgueitio, M. M., Córdoba, C. P., Uribe, F., ... & Solarte, L. H. (2010). *Manual de establecimiento y manejo de los SSPi*. FEDEGAN, SENA, CIPAV.

Murgueitio E., Uribe F., Molina C., Molina E., Galindo W., Chará J., Flores M., Giraldo C., Cuartas C., Naranjo J., Solarte L., González J. 2016. *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles intensivos con leucaena*. Murgueitio E., Galindo W., Chará J., Uribe F. (eds). Editorial CIPAV. Cali, Colombia. 220p.

Murgueitio, R. E., Hernández, M. C., Riascos, V. M., Cuartas, C., Uribe, T. F., & Lopera, J. J. (2007). *Montaje de modelos ganaderos sostenibles basados en sistemas silvopastoriles en seis subregiones lecheras de Colombia*. Proyecto Piloto departamento del Cesar, Hacienda El Porvenir. Fundación centro para la investigación en sistemas sostenibles de

producción agropecuaria-CIPAV. onje, C. (2011). *Guía didáctica “Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa”*. Universidad Surcolombiana.

Palma, J. M. (2005). *Los árboles en la ganadería del trópico seco*. *Avances en investigación agropecuaria*, 9(1).

Roncallo Fandiño, B., Barros Henríquez, J., Bonilla, R., Murillo, J., & Del Toro, R. (2009). *Evaluación de arreglos agrosilvopastoriles en explotaciones ganaderas de la microrregión Bajo Magdalena*. *Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(1)

Trillos, J. E. A., Acevedo, C. M. D., Parada, J. E. L., & Noriega, J. A. D. (2017). *Development of automation and control system for the freezing of bovine semen*. *TECCIENCIA*, 12(23), 69-74.

Uribe, F., Zuluaga, A. F., Valencia, L., Murgueitio, E., Zapata, A., Solarte, L., ... & Sinisterra, J. A. (2011). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*. Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible (Manual 1).

Zapata, Á., Murgueitio, E., Zuluaga, A. F., Ibrahim, M., & Mejía Avila, C. (2013). *Efecto del pago por servicios ambientales en la adopción de sistemas silvopastoriles en paisajes ganaderos de la cuenca media del río La Vieja, Colombia*.