



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo
para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Indicadores físicos de calidad de suelo en áreas con sistemas
agrosilvopastoriles.”

AUTORA:

Diana Elizabeth Zambrano Terán

TUTOR:

Ing. Agr. Luis Enrique Sánchez Jaime, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020



**UNIVERSIDAD TECNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERIA AGROPECUARIA**



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGROPECUARIA

TEMA:

“Indicadores físicos de calidad de suelo en áreas con sistemas agrosilvopastoriles.”

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Ind. Carlos Arturo Castro Arteaga, MSc

PRESIDENTE

Ing. Agr. Tito Xavier Bohórquez Barros, MBA

PRIMER VOCAL

Ing. Agr. Nessar Enrique Rojas Jorgge, MSc

SEGUNDO VOCAL

La responsabilidad por la Investigación análisis, resultados, conclusiones y recomendaciones presentadas y sustentadas en este componente práctico del examen Complexivo son de exclusividad de la autora.

DIANA ELIZABETH ZAMBRANO TERÁN

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios por amarme y protegerme siempre.

A mi padre Andrés Zambrano Macías y mi madre Jovita Terán Morales por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ellos entre los que se incluye este. Gracias por motivarme constantemente para alcanzar mis metas.

A mis Abuelitos que han estado para mí siempre aconsejándome, a mis hermanas Alba Zambrano Terán, Andrea Zambrano Terán y Zuleyka Zambrano Terán que siempre han estado para apoyarme, escucharme, aconsejarme y darme su cariño incondicional.

A Jamil Gaibor Litardo por ser el mejor compañero que alguien pueda tener y el más amoroso también y a toda mi Familia que han sido el pilar fundamental en mi vida y por la que luché mucho para conseguir este Título.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Técnica de Babahoyo en especial a la Facultad de Ciencias Agropecuarias por abrirme las puertas para poder empezar mi carrera, a mis profesores que han sido la luz en todo este camino para cumplir mi más anhelada meta, por tener la paciencia para enseñarme todos sus conocimientos y por ser más que docentes unos amigos.

Agradezco a mi tutor el Ing. Agr. Luis Enrique Sánchez Jaime, MSc. por todo su apoyo y paciencia para llevar a cabo esta investigación y por enseñarme sus conocimientos acerca de este maravilloso y muy interesante

RESUMEN

La búsqueda de una agricultura sustentable, basada en tecnologías no agresivas al medio ambiente, viene marcando el desarrollo de sistemas de producción agroforestales como una opción más adecuada, una vez que se adoptan árboles, cultivos y animales en un concepto de imitación de los ecosistemas naturales. En ese contexto, la presente revisión bibliográfica tiene como objetivo describir los efectos de los indicadores físicos de suelo en áreas con sistemas agrosilvopastoriles. Respecto a eso, se conoce que los sistemas agrosilvopastoriles (SASP) contribuyen con la sostenibilidad de la calidad del suelo, además poseen una importancia socio – económica, por su producción de alimentos y por el componente leñoso del sistema que brinda leña, forraje, madera, sombra que disminuye el estrés calórico en los animales, aportando también materia orgánica al suelo, lo que contribuye al reciclaje de nutrientes. Representando también un factor de estabilidad y seguridad por los arboles maderables que son una reserva de capital en pie para las familias rurales. Diversos trabajos de investigación demuestran que los sistemas agrosilvopastoriles son una alternativa de producción agroecológica que ayuda a tener mejores rendimientos a largo plazo, esto por sus efectos en los indicadores físicos del suelo. Por lo anterior detallado, se concluye que el papel de los sistemas agrosilvopastoriles es, diversificar la producción, mejorar la calidad del suelo fundamentando reducir el uso de maquinarias agrícolas y hacer una conservación de los residuos de los componentes que trabajan en asociación en este sistema de producción sobre la superficie del suelo.

Palabras claves: Sostenibilidad, densidad aparente, infiltración, materia orgánica, importancia económica.

SUMMARY

The search for sustainable agriculture, based on technologies that are not aggressive to the environment, has marked the development of agroforestry production systems as a more appropriate option, once trees, crops and animals are adopted in concept of imitation of natural ecosystems. In this context, the present bibliographic review aims to describe the effects of soil physical indicators in areas with agrosilvopastoral systems (SASP) contribute to the sustainability of soil quality, they also have a socio-economic importance, due to their food production and woody component of the system that provides firewood, fodder, Wood, shade that reduces heat stress in animals, also contributing organic matter to the soil, which contributes to the recycling of nutrients. Also representing a factor of stability and security due to the timber trees that are a reserve of standing capital for rural families. Various research works show that agrosilvopastoral systems are an alternative for agroecological production that helps to have better long-term yields, due to its effects on the physical indicators of the soil.

Based on the above, it is concluded that the role of agrosilvopastoral systems is to diversify production, improve soil quality, based on reducing the use of agricultural machinery and conserving the residues of the components that work in association in this production system on the ground surface.

Keywords: Sustainability, apparent density, infiltration, organic matter, economic importance.

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	3
MARCO METODOLÓGICO	3
1.1. DEFINICION DEL TEMA CASO DE ESTUDIO	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.4. OBJETIVOS	4
1.4.1. Objetivo General	4
1.4.2. Objetivos Específicos	4
1.5. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
1.5.1. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL SUELO	4
1.5.2. PRINCIPIOS IMPORTANTES DE LA CALIDAD DEL SUELO	5
1.5.3. INDICADORES DE CALIDAD DEL SUELO	6
1.5.4. INDICADORES FISICOS DEL SUELO	7
1.5.5. SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES Y CALIDAD DE SUELO	9
1.6. HIPOTESIS	10
1.7. METODOLOGIA DE ESTUDIO	10
CAPITULO II	11
RESULTADOS DE LA INVESTIGACION	11
2.1. DESARROLLO DEL CASO	11
2.2. SITUACIONES DETECTADAS (HALLASGOS)	11
2.3. SOLUCIONES PLANTEADAS	12
2.4. CONCLUSIONES	12

2.5. RECOMENDACIONES (PROPUESTAS PARA MEJORAR EL CASO)	13
BIBLIOGRAFIA.....	14

INTRODUCCIÓN

La búsqueda de una agricultura sustentable, basada en tecnologías no agresivas al medio ambiente, viene marcando el desarrollo de sistemas de producción agroforestales como una opción más adecuada, una vez que se adoptan árboles, cultivos y animales en un concepto de imitación de los ecosistemas naturales (Araújo-Filho y Carvalho 2000).

Así, mantener árboles, tanto en el campo agrícola, como en el pastoril, establece una garantía de que el impacto de la explotación sobre la circulación de nutrientes será reducido y consecuentemente, se conserva la fertilidad natural del suelo por el aporte continuo de materia orgánica (Alvarenga et al. 2010, Bungenstab et al. 2019).

Por tanto, diferentes modelos de sistemas de producción enfocados a la conservación del suelo están siendo evaluados, destacándose los silvopastoriles, los agrosilvopastoriles y los agropastoriles, entre otros (Torres-Guerrero et al. 2013).

Los sistemas agrosilvopastoriles (SASP) son un conjunto de técnicas de uso de la tierra, donde se asocian tres componentes en un mismo terreno como lo son el componente vegetal leñoso (árboles frutales o forestales), componente vegetal no leñoso (cultivos de leguminosas) y el componente animal (Ganado vacuno, ovino, etc.) (Russo et al. 1993).

Los mismos autores señalan que estos componentes interactúan entre sí de una manera beneficiosa, ecológica, biológica y económica, ya que los árboles aportan materia orgánica al suelo, regulan las temperaturas formando un microclima favorable para el ganado, el componente animal también puede ayudar en algunos aspectos como el retorno de los nutrientes al suelo por medio de heces y orina.

Sin embargo, los sistemas de producción agropecuaria tienen un efecto en la

calidad del suelo, por tanto los SASP no son la excepción debido al pisoteo animal, uso de maquinarias agrícolas, entre otros (Kunz et al. 2013). Ante esta situación, la producción agropecuaria moderna, está enfocada a mejorar la productividad considerando los recursos no renovables, de manera que los riesgos de degradación ambiental sean minimizados (Assis et al. 2019).

Actualmente, ante la preocupación del aumento de áreas degradadas promovidas por las prácticas de manejo convencional, surge la necesidad de desarrollar sistemas mejorados en la producción agropecuaria. No obstante, es necesario evaluar los efectos de los indicadores físicos, químicos y biológicos del suelo en función de los sistemas de manejo (Sanchez et al. 2019).

Entre los indicadores físicos de calidad de suelo que presentan mayor sensibilidad a los prácticas de manejo y además presentan relación directa con la productividad de los cultivos son: la estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad del suelo, macro y micro porosidad y conductividad hidráulica saturada (Carvalho et al. 2004).

En este escenario, los sistemas agrosilvopastoriles buscan conservar la salud los suelos, aumentando el nivel de materia orgánica, conservando la humedad y temperatura del suelo, favoreciendo el reciclaje de nutrientes, además de crear un ambiente favorable (microclima) para el ganado vacuno, contribuyendo de esta manera la diversificación de la producción desde la concepción del manejo sustentable de agroecosistemas (Morante et al. 2016).

Por lo anterior expuesto, la presente revisión se objetiva en conocer los efectos de los indicadores físicos de suelo en función los sistemas agrosilvopastoriles, vislumbrando en el uso técnicas más racionales y sustentables de uso de suelo.

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. DEFINICION DEL TEMA CASO DE ESTUDIO

Los sistemas agrosilvopastoriles (SASP) resultan en una estrategia de producción sustentable que integra actividades agrícolas, pecuarias y forestales, realizadas en una misma área, en cultivos asociados, en sucesión o rotación, cuyo fin es promover los efectos sinérgicos entre los componentes para mejorar la productividad, la calidad ambiental y la competitividad.

Ante lo expuesto, la presente revisión bibliográfica se objetiva en conocer los efectos de los SAPS en los indicadores físico de calidad de suelo.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El suelo es un sistema vivo que está formado por elementos de distinta naturaleza, indispensables para una sostenibilidad agrícola-pecuaria. Sin embargo, La preocupación por la calidad de este recurso ha aumentado en los últimos años a razón de que su uso puede restringir la capacidad de sostener la productividad.

En la actualidad, se ha utilizado muchos atributos físicos para cuantificar las alteraciones provocadas por los diferentes sistemas de manejo del suelo, lo que contribuirá de manera positiva en la toma de decisiones que permitan un manejo sustentable de los recursos ambientales.

Entre los indicadores físicos se citan, la densidad, porosidad total, estructura, y otros. Mismos que proveen condiciones en la cuales pueden limitar el crecimiento radicular, la disponibilidad de agua, aire y nutrientes a las plantas.

1.3. JUSTIFICACIÓN

En los sistemas agrosilvopastoriles el componente vegetal leñoso desempeña funciones ecológicas que protegen el suelo disminuyendo el efecto directo de diversos factores climáticos como el agua, el viento y el sol cambiando así las

características físicas del suelo ya que se incrementan los niveles de materia orgánica (Siavosh et al. 2000).

La calidad del suelo se correlaciona directamente con el carbono orgánico, pues el mismo es un condicionante por actuar en mecanismos que posibilitan las medidas necesarias para la conservación de su capacidad productiva y sustentabilidad, como la disponibilidad de agua, actuando también como agente humectante de la estructura, en la mejora de la capacidad de intercambio catiónico, entre otros beneficios.

La calidad física del suelo es un importante elemento de sustentabilidad, siendo un área de estudios en continua expansión. Así, nace el interés de conocer las alteraciones de los atributos físicos en función a los SASP, una vez que estos tienen relación directa con el crecimiento radicular, almacenamiento y disponibilidad de agua y nutrientes, intercambio gaseoso y actividad biológica.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

- Describir los efectos de los indicadores físicos de suelo en áreas con sistemas agrosilvopastoriles

1.4.2. Objetivos Específicos

- Detallar las alteraciones de los indicadores físicos de calidad de suelo en áreas con sistemas agrosilvopastoriles
- Conocer los efectos en la productividad de los componentes del sistema en función de las alteraciones de los indicadores físicos de calidad de suelo

1.5. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.5.1. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL SUELO

A fines de los años ochenta y principios de los noventa el concepto científico de calidad del suelo surgió como una contribución para extender y validar el

conocimiento acerca del suelo, a su vez para realizar el monitoreo y seguimiento de sus posibles cambios, alteraciones y determinar la sostenibilidad de su uso y manejo (Vallejo-Quintero 2013).

Así, la calidad del suelo se define como su capacidad para funcionar dentro de un ecosistema natural o antrópico; para sostener o mejorar la productividad animal o vegetal; para mantener y controlar la calidad ambiental, y para soportar la habitabilidad y salud del hombre (Vezzani y Mielniczuk 2009).

Sin embargo, la pérdida de calidad de los suelos se encuentra entre los problemas más urgentes de la crisis alimentaria mundial, debido al acentuado y acelerado proceso de degradación en las regiones tropicales y subtropicales como consecuencia de la interacción de las características de los suelos y el clima, sumado a esto, las prácticas inadecuadas de los sistemas de producción. (Font et al. 2004).

En efecto resulta indispensable evaluar la calidad de los suelos para poder establecer estrategias sostenibles de conservación con miras a satisfacer las necesidades de alimentación debido al constante crecimiento demográfico (Mazzoncini et al. 2016).

1.5.2. PRINCIPIOS IMPORTANTES DE LA CALIDAD DEL SUELO

En síntesis, la definición de calidad de suelos incluye tres principios importantes:

- a) La productividad del suelo, que se refiere a la habilidad del mismo para promover la productividad del ecosistema o agroecosistema, sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas;
- b) la calidad medio ambiental, entendida como la capacidad de un suelo para atenuar los contaminantes ambientales, los patógenos, y cualquier posible daño hacia el exterior del sistema, incluyendo también los servicios ecosistémicos que ofrece (reservorio de carbono, mantenimiento de la biodiversidad, recarga de acuíferos, etc.); y,

c) la salud, que se refiere a la capacidad de un suelo para producir alimentos sanos y nutritivos para los seres humanos y otros organismos (Astier-Calderón et al. 2002, McCune et al. 2011, Biswas et al. 2014).

1.5.3. INDICADORES DE CALIDAD DEL SUELO

La calidad del suelo se puede conservar con prácticas sustentables ya que el suelo es dinámico y puede cambiar en un corto plazo, por estas razones la calidad del suelo debe ser evaluada basándose en sus funciones como:

- regulador de los flujos hidrológicos,
- sostener la productividad y biodiversidad,
- regular los ciclos biogeoquímicos,
- filtrar y amortiguar contaminantes y
- resistencia y resiliencia a erosión y degradación (Navarrete Segueda et al. 2011).

En ese contexto, un indicador de calidad se concibe como una herramienta de medición que debe dar información sobre las propiedades, procesos y características del suelo, en función a su uso (Astier-Calderón et al. 2002).

Entretanto, las condiciones que deben cumplir los indicadores seleccionados para la evaluación de la salud del suelo son:

- que sean fáciles de medir,
- que sean sensibles a las variaciones climáticas,
- que tenga relación con la productividad de los cultivos
- que sea sensible a los efectos del uso del suelo
- que sea de fácil entendimiento y fácil aplicación en el campo.

La información obtenida en la evaluación de los indicadores de suelo, ayudará en la toma de decisión e identificar puntos críticos respecto para mejorar su calidad (Karlen et al. 2001, Doran 2002, Lal 2015, Vezzani y Mielniczuk 2009).

Font et al. (2004) explica que:

Es de suma importancia determinar las principales características de los suelos una vez que estos sirven como indicadores para lograr su uso sustentable, dentro de los más importantes se proponen los siguientes: - Físicos: textura, contenido de agua, profundidad del suelo, superficial y de las raíces, capacidad de retención de agua, infiltración, densidad aparente. - Químicos: conductividad eléctrica, pH, extracción de N, P y K. - Biológicos: materia orgánica del suelo, biomasa microbiana C y N, N potencialmente mineralizable, respiración del suelo (Magdoff, 1997).

1.5.4. INDICADORES FISICOS DEL SUELO

Los indicadores físicos están relacionados con el tamaño, la disposición y el arreglo de las partículas del suelo. Los más relevantes son la porosidad, la densidad aparente, la resistencia a la penetración, la capacidad de retención de agua, la conductividad hidráulica, la estabilidad y el tamaño de los agregados, la profundidad y la textura (Vallejo-Quintero 2013).

Estos indicadores reflejan primordialmente limitaciones en el crecimiento de raíces, emergencia de plántulas, infiltración o movimiento de agua dentro del perfil del suelo, retención, transferencia y reciclaje de nutrientes, e intercambio óptimo de gases (Schoenholtz et al. 2000).

Un suelo de buena calidad no debe presentar compactación, reflejando una baja densidad aparente y resistencia a la penetración. Por el contrario, la ausencia de compactación genera una adecuada y óptima porosidad que facilita la aireación, el drenaje y el almacenamiento de agua para cubrir las necesidades de la planta, principalmente en periodos de sequía (Astier-Calderón et al. 2002).

Los indicadores edáficos sensibles a las variaciones inducidas por el manejo deben evaluarse y compararse a través del tiempo, para determinar cómo responden a corto, mediano y largo plazo.

Tabla 1. Indicadores utilizados para evaluar cambios en la calidad de los suelos de manejo racional (Astier-Calderón et al. 2002).

Indicador	Profundidad (cm)	Tipo de tendencia	Tiempo requerido para percibir cambios	Frecuencia de medición	Referencia
Indicadores físicos					
Textura (% arena, arcilla, limo)	0 - 30	Equilibrio	>10 ³ años	Cada 2-3 años	Arnold <i>et al.</i> ,1990
Densidad aparente (g cm ⁻³)	0 - 7.5 0 - 15	Reducción	<10 años	Anual	Arshad y Coen, 1992 Arnold <i>et al.</i> ,1990
Tasa de infiltración (cm min ⁻¹)		Incremento	<1 año	Periodicamente	Arshad y Coen, 1992 Doran <i>et al.</i> ,1994
Retención de humedad (%)	0 - 15	Incremento	<1 año	Estacional	Arnold <i>et al.</i> ,1990
Resistencia a la penetración (Mpa)	0 - 50	Disminución	<1 año	Estacional	Arnold <i>et al.</i> ,1990
Profundidad capa arable (cm)	0 -100	Incremento	>10 años	Anual	Arshad y Coen, 1992 Doran <i>et al.</i> ,1994
Sistema radicular (cm)	0 -120	Incremento	<2 años	Estacional	Larson y Pierce, 1991
Estabilidad de agregados (% 1-2 mm diámetro)	0 - 7.5	Incremento	<2 años	Estacional	Doran <i>et al.</i> ,1994

Una evaluación de calidad del suelo es necesaria para saber si las características físicas del suelo son las adecuadas para la producción agrícola-pecuaria, ya que no se pueden mejorar fácilmente. Las propiedades físicas que son utilizadas como indicadores de calidad del suelo (Tabla 1) como, la estructura, densidad aparente, estabilidad de agregados, infiltración, profundidad del suelo superficial, capacidad de almacenamiento del agua y conductividad hidráulica son los que menciona que se han propuesto como indicadores de calidad (Nishioka y Hattori 2007).

Tabla 2. Conjunto de indicadores físicos, propuestos para monitorear los cambios que ocurren en el suelo (Nishioka y Hattori 2007).

Propiedad	Relación con la condición y función del suelo	Valores o unidades relevantes ecológicamente; comparaciones para evaluación
Físicas		
Textura	Retención y transporte de agua y compuestos químicos; erosión del suelo	% de arena, limo y arcilla; pérdida del sitio o posición del paisaje
Profundidad del suelo, suelo superficial y raíces	Estima la productividad potencial y la erosión	cm o m
Infiltración y densidad aparente	Potencial de lavado; productividad y erosividad	minutos/2.5 cm de agua y g/cm ³
Capacidad de retención de agua	Relación con la retención de agua, transporte, y erosividad; humedad aprovechable, textura y materia orgánica	% (cm ³ /cm ³), cm de humedad aprovechable/30 cm; intensidad de precipitación

1.5.5. SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES Y CALIDAD DE SUELO

“Tradicionalmente, los sistemas de producción ganadera convencional han sido manejados como monocultivos de gramíneas, caracterizados por una baja o nula cobertura arbórea y una alta dependencia tecnológica (maquinaria pesada, uso de fertilizantes y pesticidas)”. No obstante, la carga animal genera una compactación en los suelos afectando algunos indicadores de calidad del suelo (Vallejo Quintero 2013).

El mismo autor menciona que este tipo de ganadería con manejos inadecuados de las pasturas ha generado un impacto negativo en la economía de los agricultores, sobrellevando un deterioro progresivo del medio ambiente.

Sin embargo, la ganadería juega un papel importante en la fertilidad de los suelos, ya que pueden reponer nutrientes al suelo y por lo consiguiente reducir la necesidad de aplicar fertilizantes inorgánicos, por otra parte también incrementa la capacidad de intercambio catiónico en el suelo debido a la constante adición de materia orgánica, mejorando así las condiciones físicas del suelo (Siavosh et al. 2000).

Dentro de los sistemas agroforestales (SAF), encontramos el sistema agrosilvopastoril, el cual es el uso del suelo en asociación con diferentes componentes como especies leñosas, cultivos agrícolas y animales en un mismo terreno, en efecto los árboles aportan materia orgánica al suelo por medio de las hojas, ramas, raíces, frutos y flores que se van descomponiendo en la superficie del suelo, aportando nutrientes que estarán disponibles para los pastos (Citlaly López-Teloxa y Monterroso-Rivas 2020).

“Por todas estas condiciones los sistemas agrosilvopastoriles son una opción válida para los problemas mencionados anteriormente, como es la implementación de prácticas de conservación y de manejo ecológico del suelo”(Vallejo-Quintero 2013).

Sin embargo, es importante que tener en cuenta que estos sistemas de producción agrosilvopastoriles que tienen sus ventajas y desventajas en cuanto a la conservación de suelos como:

- La asociación de ganadería con árboles fijadores de nitrógeno que ayuda a la conservación de la fertilidad del suelo,
- las hojas y las ramas son un suplemento proteínico que pueden ser utilizados como forraje,
- disminuye los procesos de degradación de los suelos,
- menor densidad aparente y resistencia a la penetración,
- la reducción del uso de maquinarias agrícolas y el continuo aporte de residuos orgánicos mejora a la estabilidad estructural del suelo de modo (Iglesias et al. 2011, Noguera J y Vélez L 2011).

1.6. HIPOTESIS

Ho= Los Sistemas Agrosilvopastoriles no presentan efectos positivos en la calidad física de los suelos.

Ha= Los Sistemas Agrosilvopastoriles presentan efectos positivos en la calidad física de los suelos.

1.7. METODOLOGIA DE ESTUDIO

Para el desarrollo del presente documento se obtuvo información de artículos científicos, revistas, libros y demás fuentes confiables.

La información que se generó bajo técnicas de análisis, parafraseo, síntesis y resumen, tratando que esta información referente sea comprendida por el lector.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

2.1. DESARROLLO DEL CASO

El propósito de este documento fue recabar información acerca de la importancia de la evaluación de los indicadores físicos del suelo para poder determinar la calidad del suelo en áreas con sistemas agrosilvopastoriles y de esta manera poder dar a los agricultores una alternativa adecuada de sistemas de producción que proporcionen una agricultura sostenible y amigable con el medio ambiente.

2.2. SITUACIONES DETECTADAS (HALLASGOS)

Los agricultores en su mayoría se rigen a los métodos convencionales de producción como programas intensivos de monocultivos, debido a la falta de conocimiento de alternativas de producción agroecológicas que ayuden a tener mejores rendimientos a largo plazo, lo que nos lleva a tener bajas producciones y por ende problemas en el beneficio económico.

Las alteraciones del suelo más comunes con los sistemas de producción convencional son erosión, sedimentación por viento e inundaciones, pérdida de nutrientes, cambios en el pH, uso indiscriminado de pesticidas, disminución de la infiltración, pérdida de materia orgánica, compactación del suelo, disminución de la actividad biológica, reducción de la calidad del agua y una infestación de organismos patógenos (Navarrete Segueda et al. 2011).

Los SASP contribuyen significativamente en la calidad del suelo generando resultados positivos en una evaluación de los indicadores físicos (Bugarín 2012). En diversos trabajos se ha demostrado, que estos sistemas pueden mantener las propiedades físicas del suelo por la continua adición de MO aportando en la fertilidad de los suelos de una manera significativa (Alvarenga et al. 2010, Bugarín 2012, Bungenstab et al. 2019). Una vez que los SASP altera positivamente la estabilidad de agregados, estos agregados aumentan los niveles de los indicadores

físicos, como la porosidad, la infiltración, por ende disminuyendo la erosión del suelo (Díaz et al. 2005).

Además, la implementación de SASP en un área de producción agropecuaria permite el desarrollo de árboles en franjas con los que se genera sombra para el ganado, por la profundidad de sus raíces, por ende disminuyendo la densidad aparente, mejorando la infiltración, y porosidad de los suelos compactados (Astier-Calderón et al. 2002).

2.3. SOLUCIONES PLANTEADAS

Los SASP son una estrategia alternativa para la conservación de la calidad física del suelo debido a que presenta efectos positivos, como el incremento de reciclaje de nutriente en el suelo a causa de los residuos de cultivos agrícolas, hojarasca o de las heces y orina que depositan los animales durante el pastoreo (Roncallo F. et al. 2013).

Al mismo tiempo los árboles o arbustos que se encuentran en el SASP mejoran la porosidad y la densidad aparente de los suelos, teniendo un efecto de descompactación lo cual es positivo y relevante en áreas que han sido degradadas por sistemas intensivos de producción (Botero y Russo 2000).

En este contexto, la estructura de los suelos se ve favorecida, esto por la cantidad anual de materia orgánica que aporta el componente leñoso, lo cual es suficiente para modificar algunas propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Murray et al. 2011).

2.4. CONCLUSIONES

Por lo anteriormente detallado se concluye que:

El papel de los SASP además de diversificar la producción, mejora la calidad del suelo, mediante un manejo racionalizado de prácticas agrícolas que se fundamentan en la reducción de uso de maquinaria agrícola y en la conservación de los residuos de los componentes de producción en la superficie del suelo.

2.5. RECOMENDACIONES (PROPUESTAS PARA MEJORAR EL CASO)

Se recomienda realizar estudios relacionados a la interacción de los cultivos anuales, especies forrajeras, árboles y el componente animal en las diferentes zonas agroecológicas con la finalidad de determinar el contenido de carbono orgánico y la tasa anual de secuestro una vez que en estos sistemas de producción puede variar y de manera directa alterar los indicadores físicos, químico y biológico de calidad de suelo.

BIBLIOGRAFIA

Alvarenga, RC; da Silva, VP; Gontijo Neto, MM; Vianc, MCM; Vilela, L. 2010. Sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta: condicionamento do solo e intensificação da produção de lavouras. Informe Agropecuário .

Araújo-Filho, JA; Carvalho, FC. 2000. Sistemas de producción agrosilvopastoril para el semiarido nordestino. LEAD digital library .

Assis, PCR; Stone, LF; Oliveira, JDM; Wruck, FJ; Madari, BE; Heinemann, AB. 2019. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. Agrarian . DOI: <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i43.8520>.

Astier-Calderón, M; Maass-Moreno, M; Etchevers-Barra, J. 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable (en línea). Agrocencia 36(5):605-620. Disponible en file:///C:/Users/HP/Downloads/214-Texto del artículo-214-1-10-20180808 (1).pdf.

_____. 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelos en el contexto de la agricultura sustentable (en línea). AGROCIENCIA 36(0):3-17. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/302/30236511.pdf>.

_____. (2002). Derivation of soil quality indicators in the context of sustainable agriculture. s.l., s.e.

Biswas, S; Ali, MN; Goswami, R; Chakraborty, S. 2014. Soil health sustainability and organic farming: A review. Journal of Food, Agriculture and Environment .

Botero, R; Russo, R. 2000. Utilización de arboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales (en línea). Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica :121-143. Disponible en www.fao.org/ag/aga/AGAP/frg/AGROFOR1/Botero8.htm.

Bugarín, J. 2012. La interacción suelo, planta, animal en un sistema silvopastoril (en línea). Revista computadorizada de producción porcina sistemas

silvopastoriles/silvopastoral systems 19(número 2):37-39. Disponible en file:///C:/Users/HP/Downloads/192_02artResJBugarin.pdf.

Bungenstab, J; de Almeida, GR; Laura, VA; Balbino, LC; Dominghetti, A; Ferreira, D. 2019. ILPF: Inovação com interação de lavoura, pecuária e floresta. s.l., s.e.

Carvalho, R; Goedert, WJ; Armando, MS. 2004. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. Pesquisa agropecuária brasileira . DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2004001100015>.

Citlaly López-Teloxa, L; Monterroso-Rivas, AI. 2020. [soil respiration in an agrosilvopastoral system in central mexico] (en línea). Tropical and subtropical agroecosystems 23. Consultado 28 ago. 2020. Disponible en <https://smn.cna.gob.mx/es/estaciones->.

Díaz, B et al.; Cairo, P; Rodríguez, O; Abreu, I; Torres, P; Jiménez, R; Dávila, A; Colás, A. 2005. Evaluación de la sostenibilidad del manejo del suelo Pardo con Carbonato (Inceptisol) a través de indicadores de calidad del mismo. Centro Agrícola. Centro Agrícola (2):32 (2):73.

Doran, JW. 2002. Soil health and global sustainability: Translating science into practice. *In Agriculture, Ecosystems and Environment*. s.l., Elsevier. p. 119-127 DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00246-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00246-8).

Font, L; Chaveli, P; Calero, B; Muñiz, O; Curbelo, R; González, M; Marrero, JO. (2004). Calidad del suelo y sostenibilidad agrícola. Métodos de estimación (en línea). 31. s.l., s.e. Consultado 28 ago. 2020. Disponible en http://cagricola.uclv.edu.cu/descargas/pdf/V31-Numero_1y2/cag221041365.pdf.

Iglesias, JM; Funes-Monzote, F; Toral, OC; Simón, L; Milera, M. (2011). Julio-septiembre (en línea). 34. s.l., s.e. Consultado 3 sep. 2020. Disponible en <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v34n3/pyf01311.pdf>.

Karlen, DL; Andrews, SS; Doran, JW. 2001. Soil quality: Current concepts and applications. s.l., Academic Press Inc., vol.74. p. 1-40 DOI: [https://doi.org/10.1016/s0065-2113\(01\)74029-1](https://doi.org/10.1016/s0065-2113(01)74029-1).

Kunz, M; Gonçalves, ADM de A; Reichert, JM; Guimarães, RML; Reinert, DJ; Rodrigues, MF. 2013. Compactação do solo na integração soja-pecuária de leite em Latossolo argiloso com semeadura direta e escarificação. Revista Brasileira de Ciencia do Solo . DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832013000600026>.

Lal, R. 2015. Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. Sustainability 7(5):5875-5895. DOI: <https://doi.org/10.3390/su7055875>.

Mazzoncini, M; Antichi, D; Di Bene, C; Risaliti, R; Petri, M; Bonari, E. 2016. Soil carbon and nitrogen changes after 28 years of no-tillage management under Mediterranean conditions. European Journal of Agronomy . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.02.011>.

McCune, NM; González, YR; Alcántara, EA; Martínez, OF; Fundora, CO; Arzola, NC; Cairo, PC; D'Haese, M; Deneve, S; Hernández, FG. 2011. Global questions, local answers: Soil management and sustainable intensification in diverse socioeconomic contexts of Cuba. Journal of Sustainable Agriculture . DOI: <https://doi.org/10.1080/10440046.2011.586595>.

Morante, C; Aranguren, J; Bastidas, JY. (2016). El aprovechamiento de bosques plantados: su visión agroecológica desde el sistema silvopastoril (Planted forest harvesting: View from its agroecological silvopastoral system) (en línea). s.l., s.e. Consultado 13 ago. 2020. Disponible en <http://www.postgradovipi.50webs.com/archivos/agrollania/2016/agro12.pdf>.

Murray, R; Bojórquez, J; Hernández, A; Orozco, M; García, J; Gómez, R; Ontiveros, H; Aguirre, J. 2011. Efecto de la materia orgánica sobre las propiedades físicas del suelo en un sistema agroforestal de la llanura costera norte de Nayarit, México. Revista Biociencias 1(3):27-35.

Navarrete Segueda, A; Vela Correa, G; Lopez, J; Rodriguez, MDL. 2011. Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo (en línea). ContactoS 80:29-37. Disponible en [file:///C:/Users/HP/Downloads/indicadores de calidad de suelo.pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/indicadores%20de%20calidad%20de%20suelo.pdf).

Nishioka, K; Hattori, N. 2007. The relationship between alpha-synuclein and Parkinson's disease. Brain and Nerve 59(8):825-830.

Noguera J, MA; Vélez L, JA. 2011. Evaluación de algunas propiedades físicas del suelo en diferentes usos. (en línea). Revista de Ciencias Agrícolas 28(1):40-52. Disponible en <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjryaODzarNAhXG9R4KHaCqD0AQFggiMAE&url=https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5104116.pdf&usg=AFQjCNEt7zuEgRP1wln3SjVBUSboURWmuw&sig2=bsKUKj21UN4Lp4nOSgdrwg>.

Roncallo F., B; Murillo S., J; Bonilla B., R; Barros H., J. 2013. Evolución de las propiedades del suelo en un arreglo agrosilvopastoril basado en Ceiba roja (*Pachira quinata* (Jacq.) W.S. Alverson). *Corpoica ciencia y tecnología agropecuaria* 13(2):167. DOI: https://doi.org/10.21930/rcta.vol13_num2_art:252.

Russo, RO; Guácimo, LM De; Rica, C; Russo, RO; Guácimo, LM De; Rica, C. 1993. Los Sistemas agrosilvopastoriles en el contesxto de una agricultura sostenible. IX Congreso nacional agronomico y de recursos naturales :13.

Sanchez, L; Melo, V; Nunes, T; Portalanza, D; Durigon, A; Farah, S. 2019. African journal of agricultural research soil chemical indicators and nutrient cycling variations across sequential years of rice cultivation: A case study of floodplain conditions of the Amazon, Brazil. 14(32):1499-1508. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2019.14215>.

Schoenholtz, SH; Miegroet, H Van; Burger, JA. 2000. A review of chemical and physical properties as indicators of forest soil quality: Challenges and opportunities. s.l., Elsevier, vol.138. p. 335-356 DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(00\)00423-0](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(00)00423-0).

Siavosh, S; Rivera, J; Gomez, M. (2000). *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. s.l., s.e.

Torres-Guerrero, CA; Etchevers, JD; Fuentes-Ponce, MH; Govaerts, B; De León-González, F; Herrera, JM. 2013. Influencia de las raíces sobre la agregación del suelo Influence of the roots on soil aggregation. *Tierra latinoamericana* .

Vallejo-Quintero, VE. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de

suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles Importance and utility of microbial elements in evaluating soil quality: case studies in silvopastoral systems. 16. s.l., s.e.

Vallejo Quintero, VE. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos mediante el componente microbiano: experiencias en sistemas silvopastoriles Importance and utility of microbial elements in evaluating soil quality: case studies in silvopastoral systems (en línea). 16. s.l., s.e. Consultado 26 ago. 2020. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/4239/423939619006.pdf>.

Vezzani, FM; Mielniczuk, J. 2009. An overview of soil quality. Revista Brasileira de Ciencia do Solo 33(4):743-755. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0100-06832009000400001>.