



Incidencia de los modelos productivos agropecuarios actuales sobre los suelos en la vereda Cruz de Mayo del municipio de San Andrés de Sotavento

Impact of current agricultural production models on soils in the vereda Cruz de Mayo of the municipality of San Andrés de Sotavento

Ayda María Anichiarico Ayala

Ingeniero sanitario y ambiental

Universidad Pontificia Bolivariana

amaa98@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-6468-9976>

Córdoba, Colombia

Aylin Salgado Ávila

Ingeniero sanitario y ambiental

ailinsa1997@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8554-4976>

Córdoba, Colombia

Resumen

Bajo la dirección de macro indicadores agropecuarios en el manejo y conservación de los suelos, se propuso analizar la incidencia de los modelos productivos para evaluar el uso y estado actual del suelo, la modelación del riesgo que puede existir y el análisis de las principales presiones e impactos que ejerce la comunidad, teniendo en cuenta los indicadores físicos, químicos y biológicos. Con base a estos indicadores se determinó y clasificó el uso y estado actual del suelo de la vereda. Las técnicas de los habitantes de la vereda se caracterizan por ser homogéneas en toda la zona, utilizan labranza mínima y mecanización de tierra de forma manual, siendo los insumos todos similares. Así mismo, algunos sectores se encuentran deteriorados por la alta concentración de agroquímicos en el suelo, los cuales son utilizados en la actividad agrícola, mientras que en otros sectores se presentan problemas de erosión, compactación y pérdida de fertilidad por prácticas de ganadería extensiva. A pesar de ser comunidades indígenas que han empleado esta labor de agricultores desde su niñez y recurren a técnicas ancestrales heredadas, se han visto influenciados por la industria y han accedido al uso de este tipo de agroquímicos. La pérdida de la cobertura vegetal, la pérdida de propiedades físicas, la alteración de la edafofauna fueron las presiones que conllevaron a realizar una serie de respuestas y así posteriormente elaborar métodos alternativos para desarrollar un modelo PER asociado a nuestra zona de estudio.

Palabras claves: mecanización; técnicas ancestrales; labranza mínima; pérdida de fertilidad; ganadería extensiva.

Recibido: 09/06/2021

Revisado: 20/06/2021

Aprobado: 23/08/2021



Los artículos de Environment & Technology se comparten con Licencia Creative Commons: CC BY-NC-ND

Abstract

Under the direction of agricultural macro indicators in the management and conservation of soils, it was proposed to analyze the incidence of production models to evaluate the use and current state of the soil, the modeling of the risk that may exist and the analysis of the main pressures and impacts exerted by the community, taking into account physical, chemical and biological indicators. Based on these indicators, the use and current state of the soil of the village was determined, classified. The techniques of the inhabitants of the village are characterized by being homogeneous throughout the area, they use minimal tillage and mechanization of land manually, with all inputs being similar. Likewise, some sectors are deteriorated by the high concentration of agrochemicals in the soil, which are used in agricultural activity, while in other sectors there are problems of erosion, compaction and loss of fertility due to extensive livestock practices. Despite being indigenous communities that have used this work of farmers since childhood and resort to inherited ancestral techniques, they have been influenced by the industry and have agreed to the use of this type of agrochemicals. The loss of vegetation cover, the loss of physical properties, the alteration of the edafofauna were the pressures that led to a series of responses and thus later to develop alternative methods to develop a PER model associated with our study area.

Keywords: mechanization; ancient techniques; minimum tillage; loss of fertility; Extense livestock farming.

Introducción

El sector agropecuario tiene como función principal la producción de alimentos y materias primas, con el objetivo de satisfacer las demandas de los mercados interno y externo. La producción agropecuaria opera en función de dos factores: El crecimiento demográfico y el comportamiento del ingreso personal destinado para la alimentación o consumo de los productos derivados de la materia prima producida por el sector. En Colombia, el sector agropecuario se ha caracterizado históricamente por jugar un papel relevante para la economía del país. Los suelos sufren una creciente presión por la intensificación de su uso para la agricultura, la silvicultura, el pastoreo y la urbanización. Se estima que la demanda de una población creciente sobre el suelo aumentará un 60% para 2050 La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015). Estas presiones, combinadas con usos y prácticas de gestión no sostenibles, así como los fenómenos climáticos extremos, causan una degradación importante del suelo, que en el caso de Colombia afecta el 40% del territorio en lo que se refiere a erosión Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT-IDEAM, 2015). El municipio de San Andrés de Sotavento, presenta el 58% de su área con conflictos de uso del suelo por subutilización, la cual está asociada al establecimiento de mosaicos de cultivos, pastos y barbecho en áreas con vocación agrícola. Un 24% del municipio tiene usos adecuados, mientras que un 5% del área tiene conflictos debido a la presencia de cultivos en zonas pantanosas. Actualmente debido a la pérdida de tierras se han modificado las técnicas agropecuarias, sobre todo en la

agricultura, en donde actualmente se emplean técnicas de rastrillo y quemas, adición de agroquímicos en gran masa, por medio de fertilizantes, abonos, pesticidas, etc.

Finalmente, la importancia de este estudio se centra en contribuir a nivel local a la generación de estrategias que aporten a lograr una restauración del suelo, a través de una caracterización para el uso de este y lograr conocer la condición actual en que se encuentra en la población determinada.

Metodología

El método que se utilizó en el estudio de las condiciones ambientales del recurso suelo de la vereda Cruz de Mayo, se soporta en el análisis de información primaria, puesto que en la zona no se registren antecedentes ni estudios previos que evalúen o diagnostiquen el uso y estado actual del suelo. Primero se buscó identificar las incidencias que tienen las actividades o procesos agropecuarios por parte de la comunidad y analizar cómo se estaban desarrollando los procesos para los cultivos y así poder caracterizarlos. Para el estudio de la información primaria se diseñó y aplicó un instrumento de investigación tipo cuestionario, que buscó recopilar información de variables socioeconómicas, problemas y conflictos ambientales, que permitiera contrastar con la información analizada y con las visitas a campo realizadas a los ecosistemas en mención.

Se desarrolló bajo un enfoque mixto, implicando un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cualitativos y cuantitativos. La tipología fue descriptiva debido a que se evidenciaron los problemas que afectan a la vereda y sus poblaciones vecinas. El área de estudio fue la vereda Cruz de Mayo del Municipio de San Andrés de Sotavento, el cual se ubica al noroccidente del departamento de Córdoba, Colombia (**figura 1**).





Figura 1. Mapa ubicación espacial del departamento de Córdoba, ubicación del municipio y del corregimiento al que pertenece la vereda Cruz de Mayo. Fuente: Cartografía del departamento de Córdoba (2019).

Resultado y discusión

Características de las técnicas aplicadas

- **Maíz:** Terminada una cosecha, los restos de tallos y hojas del cultivo son sometidos a un proceso de macaneo y chapoleo, es decir, el pasto es cortado con el fin de preparar el terreno para su posterior quema controlada. Luego de la quema proceden a preparar el terreno para su cultivo en donde, con una macana realizan el “picado” para introducir la semilla. El cultivo es fertilizado con abono orgánico (residuos ganaderos y orgánicos de alimentos). Al alcanzar una altura aproximada de 10 centímetros se hacina el rastrojo de mayor grosor, residuo de la quema. Pasado los 2 o 3 meses después de la siembra, se empieza a evidenciar la milpa del maíz, a partir de esta etapa el cultivo se denomina como segunda cosecha. Como fertilizante emplean el agroquímico Urea, puede ser fumigada con bomba o suministrada directamente en su estado sólido y como controlador de plagas utilizan Clorpirifós, comercialmente conocido como Lorsban.

- **Hortalizas y tubérculos:** Para las hortalizas se utiliza una técnica denominada asociación de cultivo la cual se emplea en terreno de alta densidad vegetal, es decir, se cultiva en terrenos ya cultivados. Esta técnica reduce el riesgo de aparición de plagas y

enfermedades, disminuye el crecimiento de la maleza e incrementa la vitalidad del cultivo y producción de frutos. Entre las hortalizas y tubérculos más frecuentes se encuentran el ñame y la yuca.

- **Arroz:** Para la siembra de arroz se utiliza la técnica de rotación de cultivos, la cual consiste en alternar plantas de diferentes familias y diferentes complejos alimenticios en un mismo lugar durante distintos ciclos. Se cultiva en un terreno plano, apto para retener el agua. En la región se tiene una creencia ancestral que dice “una cosecha próspera, es sembrada el día de San Antonio (13 de Junio)” por lo que normalmente en este mes empiezan las siembras de arroz.

Análisis espacio –temporal

Con el objetivo de examinar detalladamente los cambios físicos en el área de objeto de investigación, se realizó un análisis espacio-temporal de tres periodos, en los años 2011, 2013 y 2019, durante la época seca del año (**figura 2**).



Figura 2. Imágenes satelitales de la zona de estudio. Fuente: Google Earth, 2019 vereda Cruz de Mayo, San Andrés de Sotavento.

En el año 2011, la mayor parte del terreno está formada por lotes, los cuales se caracterizan por tener cobertura de pastos limpios en su gran mayoría debido a las actividades de ganadería extensiva, agricultura y muy probablemente por estragos de agroquímicos anteriormente, o bien, en la actualidad utilizados con frecuencia. Durante el año 2013 se observa un leve crecimiento urbanístico, se podría inferir que al aumentar el número de habitantes aumentaría las actividades económicas persistentes en el corregimiento, la

agricultura, la ganadería extensiva en pocas áreas, así mismo crecería el número de lotes y disminuye la cobertura vegetal. En el año 2019 se evidencia un estado en donde se disminuye la vegetación arbórea y se incrementan las pasturas. Llegando a perder casi la totalidad de su cobertura vegetal, tanto así que no es posible observar alguno de los lotes.

Uso y estado actual del suelo

Con el fin de concretar y detallar el estado y uso actual del recurso suelo en la vereda Cruz de Mayo jurisdicción del municipio de San Andrés de Sotavento, se realizaron una serie de encuestas en las cuales se indagó acerca del estado social, económico y conocimiento ambiental del encuestado, así como también las técnicas agropecuarias, frecuencia y tiempo de recuperación de suelo.

Uso de la tierra

La población encuestada, en su totalidad utiliza la mayor parte de su terreno para actividades agrícolas, exceptuando aproximadamente entre media y una hectárea, lugar en donde se estructura su vivienda. Una pequeña porción de las comunidades se dedica adicionalmente a la ganadería reduciendo así los impactos de compactación del suelo en la zona, presentando poca penetración de agua y evidenciándose los primeros procesos de erosión, además, la bovinaza resultante de las actividades ganaderas es utilizada por algunos como abono natural. Todo el producido tiene como destino el autoconsumo de la familia en donde adicionalmente cerca del 60% también lo dedican al comercio (**figura 3**).

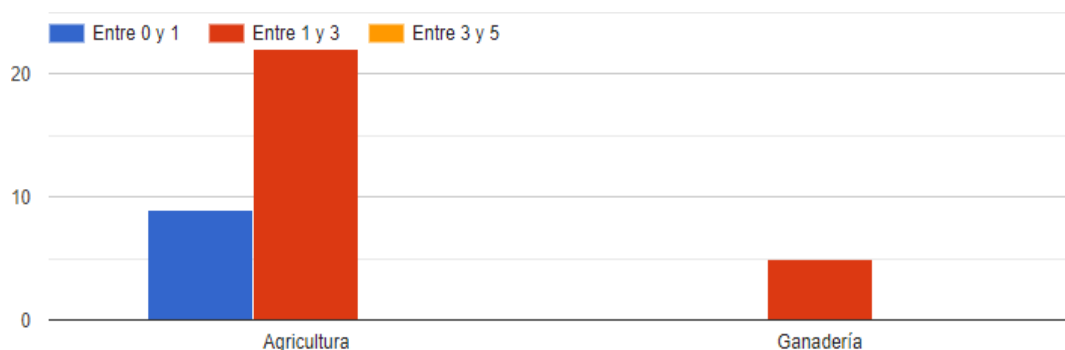


Figura 3. Uso de la tierra. Fuente: Elaboración propia producto de análisis estadístico (2019).

Productos que cultivan

Los principales productos de cultivo son la yuca, el ñame, el maíz y el arroz debido a que son cultivos propios de la región y de una demanda considerablemente alta en el mercado. Adicionalmente cultivan plátano y ajonjolí.

Todos sus cultivos son realizados con semillas de tipo criolla, las cuales son un tipo de semillas que no requieren una gran cantidad de fertilizante y son tratadas fácilmente con cenizas y orín. Lo que hace de estas técnicas las más utilizadas para fines agrícolas en la vereda, así mismo, son beneficiosas para el suelo, debido al poco uso de agroquímicos para su tratamiento (**figura 4**).

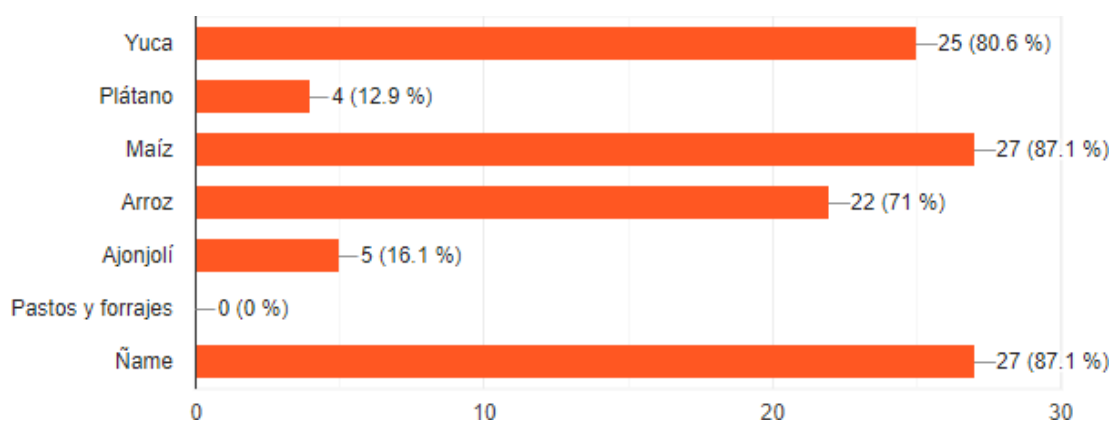


Figura 4. Productos que cultivan. Fuente: Elaboración propia producto de análisis estadístico (2019).

Tipos de agroquímicos

El 97% de la población encuestada utiliza agroquímicos para llevar a cabo sus labores agrícolas, entre los que se encuentran pesticidas y fertilizantes. El fertilizante de mayor demanda es la urea el cual es regado en cultivos de yuca, arroz, ñame, maíz y ajonjolí. Además, el 50% de esta población utiliza como complemento el compost y el 3% que afirma no utilizar ningún tipo de agroquímicos, utiliza el fertilizante natural, proveniente de actividades ganaderas (bovinaza) en donde no se emplea ningún tipo de desparasitante, antibiótico o drogas veterinarias para las reses, este hecho permite que la biota del suelo se conserve y no sea alterada, gracias a que el compost o materia orgánica utilizada no está contaminada con ningún tipo de agroquímico (Ramos y Terry, 2014) (**figura 5**).

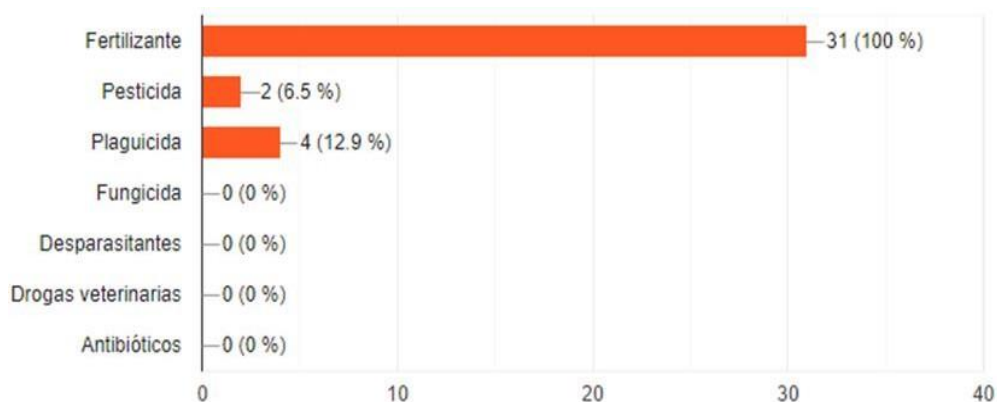


Figura 5. Tipos de agroquímicos. Fuente: Elaboración propia producto de análisis estadístico (2019).

Anomalías en el terreno

Todos los encuestados afirman ver cambios y anomalías durante el periodo de sus cultivos, entre los que están las pérdidas de humedad y fertilidad del suelo, agrietamientos, reducción en la biota, erosión, aparición frecuente de plagas y larvas (**figura 6**).

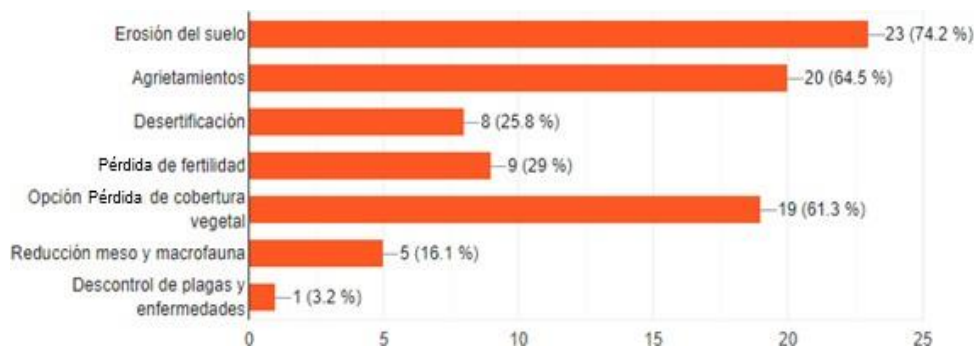


Figura 6. Anomalías en el terreno. Fuente: Elaboración propia producto de análisis estadístico (2019).

Análisis de muestras

Como resultado físico - químico se tomaron los parámetros porcentaje de hidrógeno, carbono orgánico; y los nutrientes Azufre, Potasio, Calcio y Fósforo.

La primera muestra, la cual pertenece a un sitio de potrerización (potrero) presenta un porcentaje de hidrógeno bajo, el cual tiende a ser ácido, esto debido a actividades agrícolas

antecesoras en este terreno en donde fueron utilizados agroquímicos. La segunda muestra tomada de cultivos de yuca y maíz revela un pH bastante adecuado cercano a la neutralidad, en este terreno solo se realizan actividades agrícolas abonadas con residuos orgánicos ganaderos. No presenta ningún síntoma de compactación, erosión o desertificación, debido a que son procesos netamente manuales. En la tercera y última muestra se obtuvieron resultados un poco más críticos. El terreno es un potrero erosionado, consecuencias del agrietamiento, ausencia de arcilla (arenoso) y compactación del suelo, que aunque en menor proporción es causado por las reses que pastorean la zona (**figura 7**).

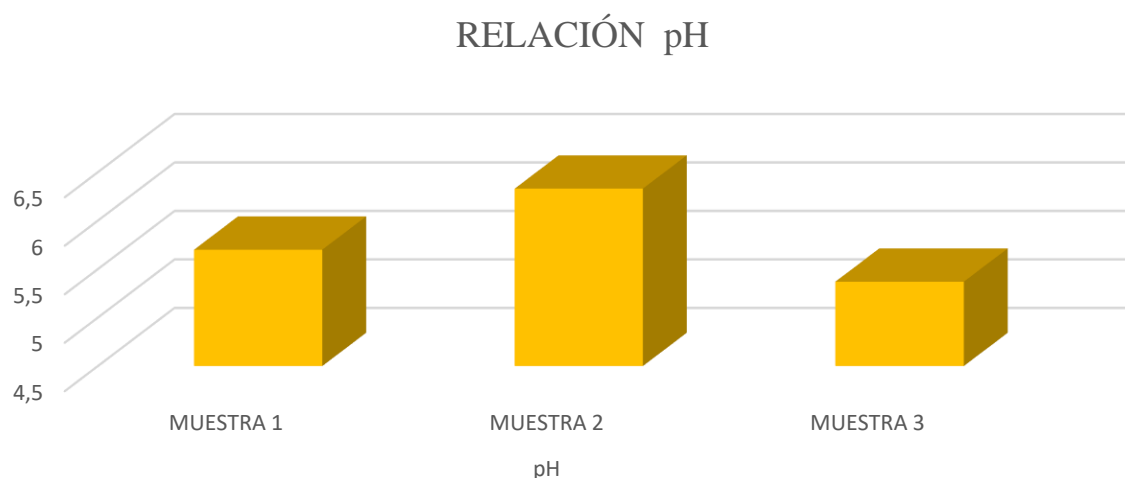


Figura 7. Relación pH. Fuente: Elaboración propia (2019).

El potasio es un nutriente limitante en el proceso de crecimiento en las plantas debido a que estas lo absorben y de dichos nutrientes depende el normal y correcto crecimiento de las plantas (Coronel, 2020; Henao y Hernández, 2002). En las zonas de potrero (muestra 1 y 3) hay una ausencia de consideración del potasio lo cual se ve reflejado en la escasez de plantas. Por otro lado en los cultivos de maíz y yuca abunda el potasio, indicador de la frecuente degradación de la materia orgánica y la presencia considerable de cultivos (**figura 8**).

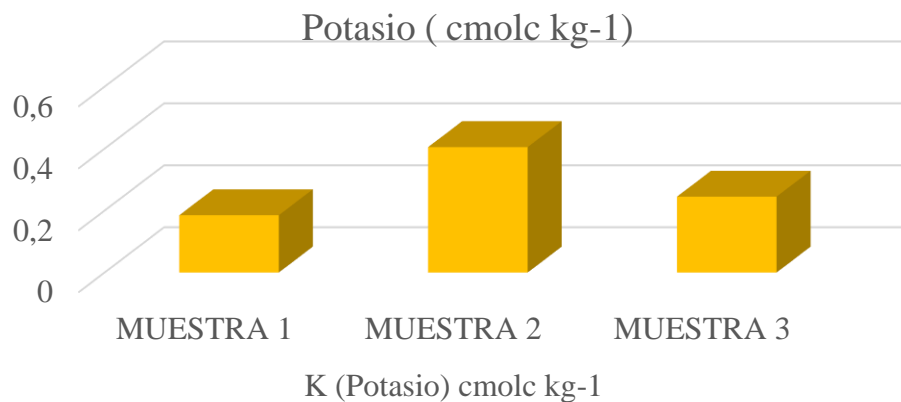


Figura 8. Relación potasio. Fuente: Elaboración propia (2019)

El calcio es un nutriente que interviene en la estructura de la pared celular y en la calidad de los cultivos, dicho de otra forma contribuye a la formación de la cáscara (García, 2014). En el potrero erosionado (muestra 3) hay una cantidad moderada de calcio que ha ido disminuyendo consecutivamente debido a la fácil filtración de nutrientes, causada por el agrietamiento del suelo y la escorrentía, sin embargo los niveles de calcio no son muy altos debido a la poca frecuencia y abastecimiento de dicho nutriente. Al presentar un suelo compactado por acción de actividades ganaderas se dificulta la absorción de nutrientes por lo que el potrero no erosionado (muestra 1) presenta dificultades para aumentar los niveles de calcio y nutrientes en general (García, 2014). En la zona de cultivos de yuca y maíz (muestra 2) se encuentra presente un nivel alto de calcio, originado por el constante riego de abono y su fácil absorción del suelo por acciones de arado y labranza (**figura 9**).

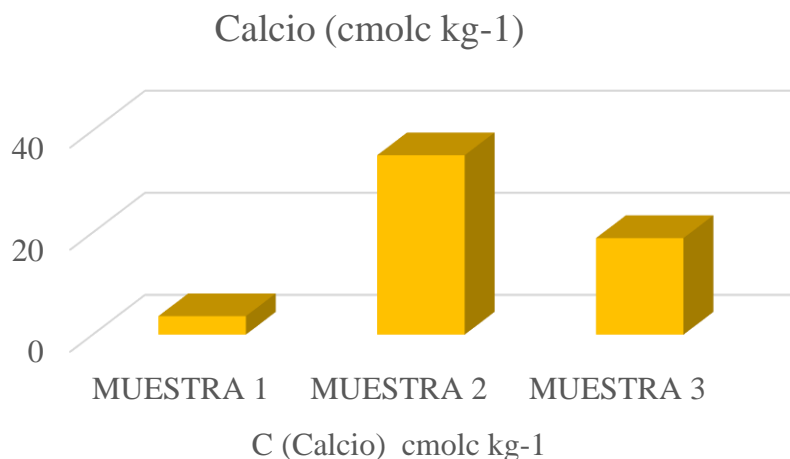


Figura 9. Relación calcio. Fuente: Elaboración propia (2019).

El azufre es un nutriente que regula las actividades fotosintéticas y esenciales en la fijación del nitrógeno, las plantas deficientes en azufre tienden a demorar su crecimiento y maduración. Al ser un nutriente limitante y esencial define la abundancia y/o escasez de vegetación en el terreno (Ramos, Gonzales y de los Baños, 2015; Herrán, Torres, Martínez, y Portugal,, 2008). En los potreros (muestra 1 y 3) es irrelevante la presencia de azufre en el suelo, sin embargo por acción de la ganadería la zona cuenta con un suministro óptimo y constante de nutrientes. Por otro lado en la zona de cultivos al tener una frecuente y abundante fuente de nutrientes, vegetación que los consuma, es evidente la presencia de azufre en el terreno (**figura 10**).

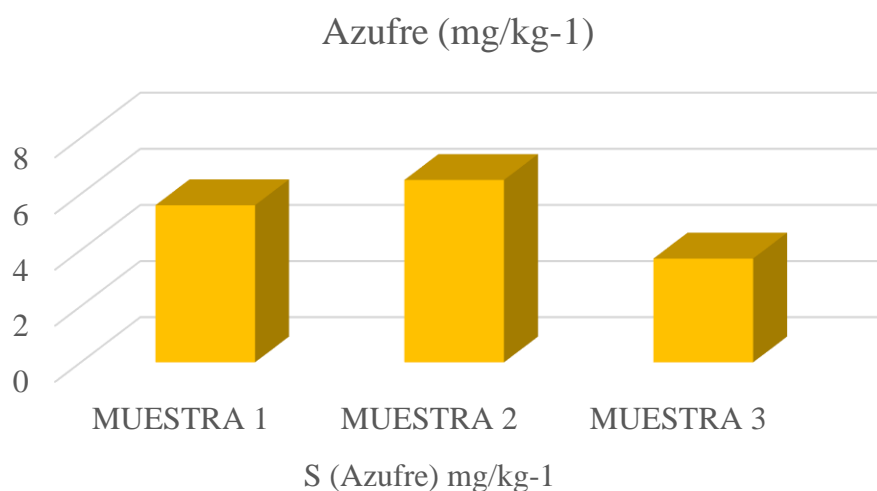


Figura 10. Relación azufre. Fuente: Elaboración propia (2019)

En el terreno se presenta limo, arcilla y arena con ausencia total de material rocoso. En el potrero no erosionado hay una relación aproximada del 90% de arena considerándolo con una zona arenosa, razón por la cual se reduce la presencia de plantas de dicho terreno. En la zona de cultivos se encuentra equilibrada la distribución de dichas texturas, siendo arena la propiedad más abundante, sin embargo hay la suficiente arcilla para permitir el óptimo crecimiento de los cultivos; clasificándolo como suelo arcilloso.

Por último en el potrero erosionado prevalece el franco limoso, es evidencia del estado de agrietamiento posterior a la erosión causada por la ganadería. En este caso hay una menor proporción de arena debida al transporte por medio de la escorrentía (**figura 11**).

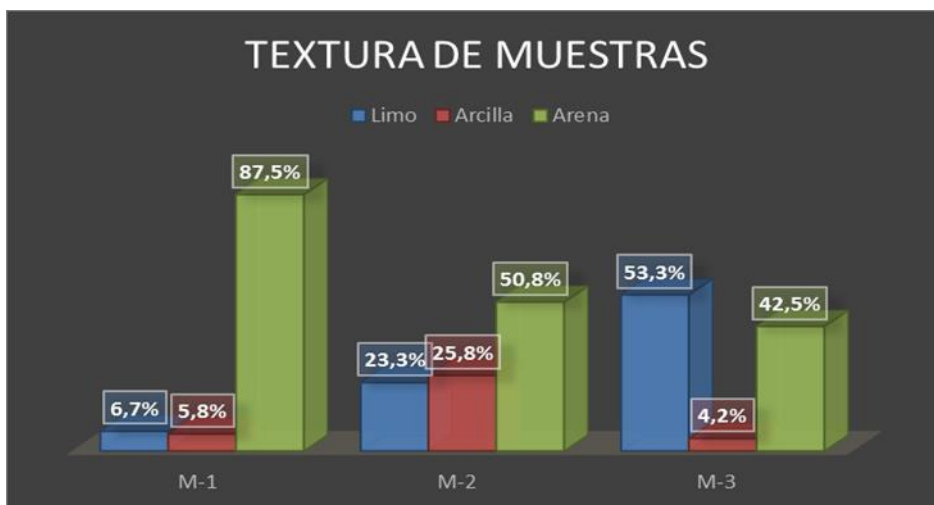


Figura 11. Relación clase textural. Fuente: Elaboración propia - vereda Cruz de Mayo, San Andrés de Sotavento (2019).

Resultados análisis monolito

En la tabla 1 se observan la diversidad de grupos de meso y macro fauna encontrados en las muestras de suelo. Se obtuvo un total de dos (2) grupos de macro fauna (coleóptera e Isópoda), dos (2) morfo especies de larvas (Larva de milpiés y larva de escarabajos) y dos (2) grupos de meso fauna (Collembola y Pseudoescorpionidae) con un total de nueve (9) individuos, marcándose claramente el impacto negativo del disturbio provocado por la actividad ganadera en la composición de las comunidades biológicas del suelo.

Tabla 1.

Número de individuos encontrados por cada taxón.

GRUPOS	ZONAS DE ESTUDIO			Total individuos
	Cultivos	Potrero	Potrero erosionado	
COLLEMBOLA	1	0	0	1
PSEUDOESCORPIONIDAE	1	0	0	1
ISOPODA	0	1	0	1
COLEOPTERA	0	2	0	2
LARVA COLEOPTERA	0	1	0	1
LARVA MILIPEDE	0	0	3	3
TOTAL				9

Fuente: Elaboración propia - vereda Cruz de Mayo, San Andrés de Sotavento (2019).

Todos los grupos encontrados tuvieron un bajo porcentaje de representación. Esto podría corresponder a que no existió presencia de especies vegetales sobre el suelo.

Según Ponge (1980) los colémbolos son utilizados como indicadores de fertilidad y estabilidad del suelo, por lo tanto la presencia de este gremio en estos suelos alterados por actividad agropecuaria muestra el efecto negativo sobre el número de individuos, haciendo de estos organismos un potencial como índice de calidad del suelo. Además, Ponge (1980), utilizó especies de colémbolos como indicadores de las variaciones ecológicas y Prasse (1985), afirmó que las comunidades de colémbolos son muy sensibles, puesto que presentan cambios en su composición debido a la influencia de las prácticas agrícolas. En este estudio, la ganadería y la implementación de herbicidas han generado la drástica reducción en el número de individuos de la población de este grupo (Prasse, 1985). Pseudoescorpionidae, Isópoda y Coleóptera son otros grupos funcionales indicadores del estado de la salud del suelo que intervienen en la mayoría de los procesos ecológicos (Depredadores principalmente en zonas áridas, descomponedores de la hojarasca y reciclaje de nutrientes respectivamente), sin embargo, el número de individuos por cada gremio deja en evidencia el grado de sensibilidad que posee la edafofauna en general, señalando el mal estado del suelo. Además, las larvas de milipede fueron encontradas dentro de masas de suelos compactas con mucha presencia de caminos agujerados y que posiblemente estaban en latencia. Por otra parte, se considera que el porcentaje de perturbación sobre la riqueza y abundancia de las comunidades biológicas encontradas pudieron ser afectada por las condiciones de sequía y altas temperaturas que atraviesa el municipio confirmando lo establecido por McColl (1975) quien señala que la actividad y presencia de la fauna del suelo se ve afectada por disponibilidad de agua, que viene directamente influenciada por las condiciones climáticas.

Por último, se concluye que la diversidad de la edafofauna encontrada puede estar directamente influenciada por las condiciones climáticas del sitio de muestreo, las actividades agropecuarias y la ausencia de especies vegetales herbáceas que propician el hábitat y la fuente de alimentos de muchos más organismos del suelo. La larva coleóptera y la larva milipede funcionan como bio-indicadores de una calidad degradante del suelo, hallando así a estos individuos en las muestras de los potreros (muestra 1 y 3), encontrando así, en un suelo compactado, erosionado, agrietado y con un porcentaje de hidrógeno



relativamente bajo (ácido), un hábitat agradable para su existencia. Fueron encontrados dos individuos Isópodos en la zona de potrero no erosionado (muestra 1), número bastante alarmante debido a que el número de su población se ha visto comprometida por acciones antrópicas de tipo ganadera causantes de la compactación del suelo, por lo que el escaso número de este individuo es un bio-indicador de la degradación y la mala salud del suelo en la zona (**figura 12**).

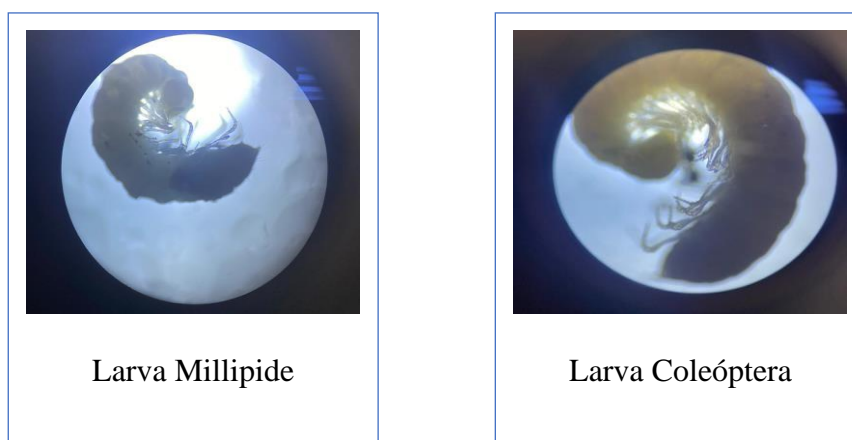


Figura 12. Larva Millipede y Larva Coleóptera. Fuente: Elaboración propia (2019)



Figura 13. Collembola y Pseudoescorpionidae. Fuente: Elaboración propia (2019)

En la zona de cultivos solo se cuantificaron dos individuos uno denominado collembola y el otro pseudoescorpionidae, ambos esenciales bio-indicadores de la buena calidad del suelo (Socarrás, 2013; Huertas y Martínez 2011), sin embargo su reducido número se debe a la alteración de factores como el pH, puesto a que son muy sensibles a las alteraciones físico

– químicas en su hábitat, alteraciones causadas por el uso de agroquímicos como herbicidas, fertilizantes, pesticidas, entre otros (**figura 13**).

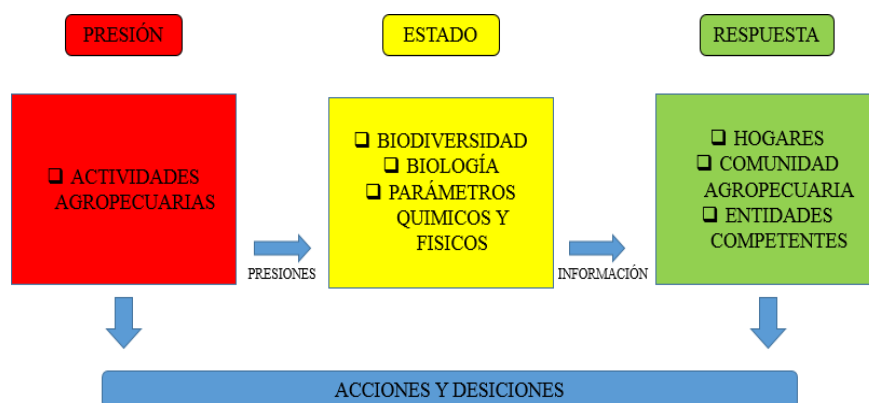


Figura 14. Modelo PER. Fuente: Elaboración propia (2019)

Modelo Presión, Estado, Respuesta (PER)

El modelo de presión, estado, respuesta (PER) consiste en interrelacionar las actividades humanas (presión) y su impacto en el estado del medio ambiente (estado) esto con el objetivo de resumir y analizar las acciones a realizar para atender los problemas en cuestión (respuesta) (**figura 14**).

Con base a la información obtenida durante las visitas de campo, encuestas y demás métodos alternativos de investigación utilizados durante este proceso, se elaboró un modelo PER asociándose a nuestra zona objeto de estudio (tabla 2).

Tabla 2.

Modelo PER: Presión, Estado, Respuesta.

PRESIÓN	ESTADO	RESPUESTA
Pérdida de cobertura vegetal del suelo por el uso constante de agroquímicos	Degradación y pérdida de la fertilidad del suelo	Programa de recuperación y protección de zonas verdes
Pérdida de propiedades físicas y alteración del recurso edáfico	Transformación de los paisajes (agrietamiento, erosión, compactación)	Programa de recuperación y protección de zonas verdes. Programas de silvopastoreo y un modelo de agricultura sostenible.

Alteración de la edafo-fauna	Cambios en la población de microorganismos y bio-indicadores del estado y salud del suelo	Programas de silvopastoreo y un modelo de agricultura sostenible.
Desconocimiento y falta de capacitación de agricultores y ganaderos	Degradación y daños involuntarios por parte de la población	Programas de ayudas y capacitación para agricultores y ganaderos por parte de las entidades competentes. Programas de silvopastoreo y un modelo de agricultura sostenible.

Fuente: Elaboración propia - vereda Cruz de Mayo, San Andrés de Sotavento (2019).

Conclusiones

Con el desarrollo del estudio de las incidencias de los modelos productivos agropecuarios de la vereda Cruz de Mayo del municipio de San Andrés de Sotavento se concluye lo siguiente:

- Las técnicas de los habitantes de la vereda se caracterizan por ser homogéneas en toda la zona, utilizan labranza mínima y mecanización de tierra de forma manual, siendo los insumos todos similares.

- El uso y estado actual del suelo registró un deterioro por la adición de agroquímicos en la zona de cultivos, esto ha reflejado alteraciones de factores físicos y químicos (pH, nutrientes, textura del suelo, etc.)

Se evidenció reducción y aumento de población según el papel que desempeña cada organismo en el ecosistema, por otro lado para las zonas donde se practica la ganadería se evidencia un grado de compactación y erosión del suelo causados por la ausencia de un sistema silvopastoril, todo esto por concierne a los análisis de las tomas de muestras realizadas en la zona de estudio.

- A pesar de ser comunidades indígenas que han empleado esta labor de agricultores desde su niñez y recurren a técnicas ancestrales heredadas. Al no contar con un conocimiento adecuado sobre el impacto que causan dichos químicos, frecuentan su implementación aumentando el impacto negativo sobre el recurso.

Referencias

- Coronel, N. (2003). Síntesis de la importancia del Potasio en el suelo y plantas. *La Granja*, 2(1), 23-24. Recuperado de <https://lagranja.ups.edu.ec/index.php/granja/article/view/2.2003.09>
- García, O. (2014). *Fertilidad de suelo y fertilización de cultivos*, (pp. 3- 18). Quiroga, A y Bono, A (Ed). *Manual de fertilidad y evaluación de suelos*. Buenos Aires. Argentina: Sello Editorial INTA.
- Henao, C., y Hernández, E. (2002). Disponibilidad de potasio en suelos derivados de cenizas volcánicas y su relación con la nutrición del café en la etapa vegetativa. *Cenicafé*, 53(4), 293-305. Recuperado de [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc053\(04\)293-305.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc053(04)293-305.pdf)
- Herrán, A., Torres, R., Martínez, E., Ruiz, M., y Portugal, O. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 4(1), 57-68. Recuperado de [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art\[1\]%204%20Abonos.pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-10articulosPDF/Art[1]%204%20Abonos.pdf)
- Huertas, A., y Martinez, L. (2011). *Invertebrados asociados a ecosistemas tropicales alterados por incendios de cobertura vegetal* (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia.
- McCall, P. (1975). The invertebrate fauna of the litter surface of a *Nothofagus tmncata* forest floor, and the effect of microclimate on activity. *New Zealand journal of zoology*, 2(1), 15-34. <https://doi.org/10.1080/03014223.1975.9517859>
- Ponge, F. (1980). Les biocénoses des Collemboles de la forêt de Sénart. *Pedobiologia*, Elsevier, 1993, 37 (4). 223-244.
- Prasse, I. (1985). Indications of structural changes in the communities of microarthropods of the soil in an agro—ecosystem after applying herbicides. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 13(3-4), 205-215. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269127587001.pdf>

Ramos, D., y Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35(4). Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007&lng=es&tlng=pt.

Ramos, C., González, T., y de los Baños, A. (2015). Importancia del azufre en la agricultura. *CUBA TABACO*, 16 (1), 1- 107. Recuperado de <https://acortar.link/fxrBNn>

Socarrás, A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, 36(1), 5-13. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942013000100001

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2015). *La agricultura mundial en la perspectiva del año 2050*. Recuperado de: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/La_agricultura_mundial.pdf

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, MAVDT-IDEAM. (2015). *Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia*. Recuperado de: <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023646/Sintesis.pdf>