

# Caracterización y diagnóstico participativo de suelos de algunas unidades productivas en San Andrés isla.

## Introducción

El diagnóstico de la fertilidad de los suelos para fines productivos debe ser un ejercicio integral y tener en cuenta que los componentes del suelo interactúan en un sistema complejo, que debe estar en armonía con su medio físico. Para ello se deben considerar todas las características físicas, químicas y biológicas del suelo, la fisiología de las plantas cultivadas y su vegetación acompañante, el clima, la humedad del suelo y del ambiente, el efecto de los cultivos precedentes sobre el suelo, el estado de evolución del suelo, las prácticas de cultivo, uso de insumos minerales y orgánicos y, en general, la acción del hombre sobre un campo de cultivo. Finalmente se debe determinar el uso óptimo que admite suelo.

Este aspecto se exploró en el presente diagnóstico, desarrollado en diferentes sistemas productivos de San Andrés isla. Tuvo como objetivo principal caracterizar y analizar los suelos de algunas unidades productivas en la Isla, con la participación activa de los agricultores o propietarios de cada unidad productiva. En este sentido, se logró que los agricultores conocieran algunos procesos y características que se dan en el suelo y cuáles prácticas lo pueden deteriorar o beneficiar de acuerdo con sus características.

El conocimiento de los suelos de estos sistemas productivos permite la elaboración de planes de manejo para su mejoramiento y la apropiación, por parte de los agricultores, de las prácticas recomendadas. De esta forma se busca avanzar un poco en el manejo y conservación de los recursos naturales y, como consecuencia, en el desarrollo sostenible y productivo en la isla.

Como objetivo general se propuso caracterizar y analizar los suelos de algunas unidades productivas en San Andrés isla; realizar un diagnóstico del uso, manejo y fertilidad del suelo en diferentes unidades productivas involucradas en el proyecto; involucrar a los agricultores en el conocimiento del suelo de sus unidades productivas; utilizar metodologías sencillas y de fácil entendimiento para la caracterización de suelos al nivel de finca; y proponer un plan de manejo del suelo viable desde el punto de vista ambiental y productivo en cada una de las unidades productivas.

Por: Diana Lucía  
Correa Moreno. I.A.  
MSc.

### **Metodología**

La caracterización y análisis participativo del suelo en unidades productivas se llevó a cabo en varias fases. La identificación de unidades productivas permitió conocer el tipo de suelos de San Andrés isla, actividad principal de agricultores y el inventario de personas vinculadas a la agricultura de manera permanente. Se seleccionaron veinte sitios para evaluación, ubicados sobre suelos predominantes en la isla, con vocación agrícola y sobre la zona especificada por el POT para actividades agrícolas en la isla. La socialización, el trabajo de campo y de laboratorio se llevaron a cabo mediante visitas a las unidades productivas seleccionadas en la etapa anterior, la fase de socialización se complementó con talleres y capacitaciones sobre manejo y conocimiento del suelo, así como manejo y transformación de residuos orgánicos agropecuarios. El recorrido en campo, guiado por los agricultores, permitió realizar una descripción biofísica e identificar antecedentes de las unidades productivas, uso actual del suelo, prácticas de uso, manejo y conservación, delimitación y mapeo descriptivo de las unidades, características del relieve, descripciones exploratorias, identificación de problemas fitosanitarios, proyecciones de manejo por parte de los propietarios y se hicieron transectos para caracterización y muestreo. La descripción de suelos se hizo con metodologías participativas para el análisis de recursos naturales del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT, 1999) y para la elaboración de transectos participativos (Escobar, 2002). Mediante técnicas sencillas y que pueden ser utilizadas por el agricultor se pueden estimar parámetros físico-químicos en campo que permiten el análisis de la fertilidad del suelo. Se seleccionaron puntos específicos de las unidades productivas que permitieron conocer las principales características físico-químicas de los suelos: color, textura, estructura, consistencia, poros y raíces, materia orgánica, carbonatos, estabilidad de agregados, infiltración, densidad aparente y pH.

El drenaje interno, el externo y la permeabilidad fueron clasificadas de acuerdo con observación de características del suelo como textura, coberturas, pendiente y color. A partir de las determinaciones en campo se estimaron el índice hídrico, porcentaje de materia orgánica y porosidad. Esta fase se complementó con talleres sobre conocimientos del suelo, en donde algunos agricultores aprendieron metodologías y conceptos de manejo y evaluación de los suelos.

Las muestras se tomaron con barreno, hasta una profundidad de 20 cm o hasta donde el suelo lo permitió. Se siguió una trayectoria en equis a través de la unidad productiva, las muestras fueron secadas al aire, empacadas y almacenadas para análisis de laboratorio. Los parámetros determinados en el laboratorio fueron pH (con potenciómetro), la densidad real (con picnómetro), la humedad (por método gravimétrico) y la densidad aparente (con un cilindro de volumen conocido).

### **Análisis de la información**

La información obtenida en las fases anteriores se procesó mediante criterios especificados para cada variable (IGAC 1984, Siebe 1996, Castro 1998, USDA 1999, Escobar 2002, Madero et al. 2003). El diagnóstico del estado actual de los suelos y las propuestas de manejo y conservación de suelos se hicieron para cada unidad productiva y considerando la similitud de características de suelos agrupados por orden taxonómico y localización.

Las propuestas y plan de manejo se realizaron con base en parámetros determinados en campo y algunos en laboratorio, pero no constituyen la interpretación de análisis químicos del suelo. Es una guía de conocimiento para determinar las principales limitantes y ventajas de los suelos evaluados en cada unidad de producción. Por lo tanto no se dan recomendaciones de productos ni cantidades específicas para mejorar la fertilidad del suelo.

## Resultados

De acuerdo con el tipo de suelo y la actividad económica de unidades productivas, se evaluaron veinte sitios, ubicados sobre suelos predominantes en la isla, con vocación agrícola y sobre la zona especificada por el POT. Diez de las fincas visitadas presentaron entisoles (tres en Elsy Bar y otros tantos en Pox Hole –Piscinita-, dos en Tom Hooker, una Pepper Hill, y una más por la U. Cristiana) y las otras diez vertisoles (dos en Little Hill, dos en Cove y, con una finca, Orange Hill, Massamy Hill, La Loma, Big Pond, Shingle Hill y Massamy –por la circunvalar-). Sólo diez de los agricultores seleccionados se encontraban activos, los demás se han retirado de la actividad agropecuaria por inconvenientes económicos, de salud y de seguridad en sus predios. Con ellos se hizo trabajo en campo y en talleres programados realizados en la Sede Caribe y en la Institución Educativa CEMED “Antonia Santos”. Un ciclo de conferencias se realizó entre el 4 y 18 de agosto y los temas incluyeron “Aprendiendo a conocer su suelo”, “Prácticas para prolongar la vida de su suelo”, “Elaboración de abonos orgánicos”.

La descripción biofísica de las unidades productivas incluyó antecedentes, características del relieve, uso actual del suelo, prácticas de uso, manejo y conservación de suelos y proyecciones de manejo por parte de los propietarios y mapeo descriptivo de las unidades productivas se recopilaron en formatos elaborados para trabajo de campo. Fue posible constatar que la agricultura se lleva a cabo en pequeña escala, comparado con sistemas de otros departamentos. Por lo tanto las unidades productivas corresponden a predios pequeños, encontrándose que alrededor del 60% de los evaluados tienen un área menor a 1 ha y un 40 % pueden alcanzar un área de 3 ha. Estos sitios generalmente corresponden a lotes apartados de sus lugares de vivienda y se encuentran utilizados en cultivos mixtos o en rotación de yuca, batata, ñame, melón, patilla, pastos, caña y plátano, como principales productos cultivados en la isla.

Los sitios destinados a cultivos provienen de áreas que han estado en descanso o en barbecho natural desde hace mucho tiempo. Estas áreas son sometidas a corte y quema de la vegetación para sembrar, lo que ha hecho que los agricultores realicen una especie de agricultura itinerante, rotando de sitio en sitio, cada vez que las cosechas disminuyen, o teniendo como criterio de rotación una o dos cosechas, y luego dejar el sitio en reposo por un buen periodo. Otros dividen el lote en varios sitios y realizan rotaciones de cultivos, teniendo como criterio el tipo de crecimiento de las especies. Esto ha hecho, además, que muchos implementen sistemas mixtos, logrando durante todo el año producción de diferentes cultivos, pero manteniendo ocupada el área durante este tiempo.

En general los sitios presentan una pendiente de 0 – 3 % (ligeramente plano), por lo cual no se evidencian rastros de erosión en el suelo y los procesos erosivos no se han manifestado de forma drástica. En la mayoría de los sitios se acostumbra a quemar el barbecho para la instalación de sus cultivos y el suelo queda desnudo y susceptible a la acción del agua y el viento. En este aspecto solo algunos productores utilizan prácticas de conservación, como el roce de arvenses en el sitio donde se va a sembrar y coberturas con estos residuos o con otras especies vegetales herbáceas que, en ocasiones, hacen parte del cultivo mixto.

Los sitios evaluados no utilizan prácticas de labranza del suelo para la siembra. Existe una cultura de la labranza mínima o cero, en donde prácticamente el agricultor solo modifica el suelo del sitio donde va a sembrar, lo que estaría sujeto muchas veces a disponibilidad de herramientas de labranza y a condiciones de los suelos encontrados en la unidad productiva. El agua para cultivos proviene principalmente de lluvias estacionales. Las condiciones físicas del suelo juegan papel importante, pues en muchos casos son muy permeables y superficiales y no alcanzan a almacenar suficiente agua para los cultivos. Por ello los agricultores planifican sus siembras de acuerdo con las condiciones climáticas y logran una sola cosecha al año. En

las unidades evaluadas no se utilizan plaguicidas ni fertilizantes, porque en áreas tan pequeñas es posible localizar focos de enfermedades y plagas, que los agricultores eliminan en la medida que se conviertan en limitantes para el cultivo.

Los agricultores consideran buena la fertilidad del suelo, pues no los han explotados muy intensivamente, lo que hace que los fertilizantes químicos no se conviertan en insumos indispensables para la producción ni se utilicen masivamente. Algunos utilizan compostaje de residuos a pequeña escala para obtener abonos orgánicos.

#### *Orden entisol*

Representa los de gran parte de la isla, son jóvenes, de escaso desarrollo pedogenético, localizados principalmente en las zonas de fuerte pendiente. Básicamente poseen un horizonte A muy incipiente. Igualmente, se encuentran en la plataforma o terraza de abrasión, aunque el horizonte A se encuentra un poco más desarrollado (IGAC, 1997). En este orden se agrupan los suelos de la Consociación San Andrés, sobre los cuales se evaluaron varios sitios en el proyecto. Se ubican dentro del relieve de terraza baja, donde el mar actuó intensamente constituyendo un plano de abrasión, de topografía suave, con pendientes menores del 3%, dejando como testigos de este proceso fragmentos de caliza con hendiduras. Estos suelos se han originado de rocas coralinas del Pleistoceno, con relleno de material ferruginoso y calcáreo. La vegetación arbórea predominante es de palma de coco; existen numerosos lotes de poca extensión con cultivos de subsistencia, tales como batata, ahuyama, papaya y yuca.

Sus integrantes son suelos Lithic ustorthents, familia limosa fina, mezclada, isohipertérmica en un 70% e inclusiones de suelos Lithic Ustropepts, familia fina, mezclada isohipertérmica en un 25% y de misceláneo pedregosos en el 5% restante. Se caracterizan por ser superficiales a muy superficiales limitados por roca dura a los 25 cm, bien drenados. El perfil modal es de tipo A- R. El horizonte A es de espesor no mayor de 30 cm, de color pardo rojizo, textura franco arcillo limosa con fragmentos rocosos. El horizonte R, corresponde a caliza dura, que muestra en sus caras externas porosidades y cavernas debido a procesos de disolución. Químicamente estos suelos tienen reacción ligeramente alcalina, con altos contenidos de bases intercambiables y de carbón orgánico. La fertilidad natural es muy alta. Físicamente son suelos con baja densidad aparente, buena estructura, alta porosidad y alta retención de humedad. Su uso está restringido por la superficialidad, se pueden utilizar en cultivo de coco con carácter permanente y explotaciones de cultivos de pancoger. A esta unidad cartográfica corresponde la fase taxonómica SAa : Consociación San Andrés. Lithic ustorthents, familia limosa fina, mezclada, isohipertérmica, fase de pendientes 0 - 3%.

En el sitio 1 en Elsy Bar cuenta con suelos bien estructurados, de consistencia muy friables y sueltos, condiciones ideales para el crecimiento de las raíces. Esta condición estructural se ve reflejada en una alta estabilidad estructural de sus agregados y en la cantidad de poros observables a simple vista, como consecuencia de su textura franca y de la presencia de un alto porcentaje de raíces. La condición estructural, en este suelo determina el movimiento de agua, con drenaje interno y externo buenos, es decir no existen condiciones que dificulten la salida de agua en el perfil de suelo. La infiltración es muy rápida y como la permeabilidad, lo que disminuye su capacidad para retener agua, por su textura franca y su porosidad (46 %), que podría estar asociada a la presencia de macroporos, principalmente, que se encargan del movimiento de agua y de la aireación, pero no de la acumulación de agua. Por el índice hídrico este suelo no retiene o acumula mucha agua, pues está afectado principalmente por la profundidad efectiva, que no alcanza los 25 cm, por la cobertura vegetal y por la textura; de esta forma solo se alcanza una lámina de agua aprovechable de 17,5 mm.

El pH es ligeramente alcalino, y bajo estas condiciones se encuentran disponibles N, P, K, B, Ca y Mg y ciertos procesos edáficos como la descomposición y humificación de materia orgánica, se ven favorecidos. Aunque el suelo proviene de un material parental básico, no se presentó reacción positiva a la prueba de carbonatos de calcio. El contenido de materia orgánica estimado, por color, textura y pH, fue alto (4,8%) para estas condiciones climáticas.

De acuerdo con estas características físicas, estos suelos presentan una estructura y textura aptas para el establecimiento de cultivos pero, de acuerdo con su permeabilidad e infiltración, no permiten que se almacene suficiente agua por largos periodos para aprovechamiento de las plantas.

El índice hídrico permite determinar que los principales limitantes son la profundidad efectiva, la cobertura vegetal y, en menor grado, la textura.

El pH permite la disponibilidad de N, P, K, S, Ca, Mg y existe poca disponibilidad de elementos menores, manifestándose deficiencias principalmente de Fe, B, Mn, Cu y Zn. También favorece algunos procesos como la descomposición de materia orgánica, humificación, actividad biológica y la agregación de partículas del suelo, todos relacionados a formación y mantenimiento de características del suelo. La materia orgánica presenta un valor alto para esta zona climática, pero no tiende a acumularse en grandes cantidades por las temperaturas altas, que aceleran el proceso de mineralización. Los antecedentes de uso del suelo señalan bajo barbecho durante cinco años, por lo que el aporte de residuos orgánicos, podría ser alto y, por lo tanto, acumularse en el suelo mayor porcentaje de materia orgánica.

El sitio 2 en Pox Hole mostró suelos con estructura débil, blandos y muy friables, dados por su estructura migajosa, lo que ocasiona que tengan estabilidad estructural media y sean muy susceptibles a procesos erosivos por acción del agua y viento y a prácticas excesivas de labranza. La densidad aparente y real muestran una porosidad de 31%, dificultan un poco la permeabilidad, aunque el drenaje interno y externo se consideran buenos. La infiltración es muy rápida, asociada a texturas francas, que permiten una circulación, pero afectan la acumulación de agua, porque no almacenan mucha en su perfil. El índice hídrico considera que los factores limitantes para el almacenamiento de agua en este suelo son la textura, la profundidad y la cobertura del suelo, con una lámina aprovechable de 24,5 mm, considerada baja.

Este suelo es ligeramente alcalino, por lo cual algunos elementos principales se encuentran disponibles en la solución del suelo. Presentó una reacción moderada a la prueba de carbonatos en el suelo, indicando la presencia de precipitados en superficie. El contenido de materia orgánica es alto (5%), indicando procesos de descomposición y humificación en el suelo.

Estos suelos son susceptibles a la degradación por labranza excesiva y a procesos de erosión si no se manejan adecuadamente. En esta unidad productiva, el agricultor considera emplea prácticas de labranza mínima, coberturas y aporte de residuos orgánicos al suelo. La principal limitante es la profundidad efectiva. El pH de este suelo permite la disponibilidad de N, P, K, S, Ca, Mg pero hay pocos elementos menores, lo que podría manifestarse en deficiencias principalmente de Fe, B, Mn, Cu y Zn. El porcentaje de materia orgánica es alto, relacionado, además, con el tipo de coberturas, que aportan más residuos orgánicos pero, para mantenerlos, es necesario continuar las prácticas de conservación de suelo donde se involucra aporte de residuos orgánicos, bien sea de origen animal o vegetal.

El sitio 3 en La Loma muestra suelos de estructura débil, tamaño mediano y migajosa, blandos y friables, lo que hace que se presente una estabilidad de agregados moderada, a pesar que su clase textural es arcillosa. Esta condición textural, y la densidad del suelo presentan numerosos poros en sus agregados, que permiten el desarrollo de raíces libremente, ya que no presentan mucha resistencia. El movimiento de aire y agua, representado por la permeabilidad e infiltración,

se consideran rápido y muy rápido respectivamente, encontrándose además que el drenaje interno y externo son buenos.

La capacidad de almacenamiento está limitada por la profundidad en primer lugar, seguida por la cobertura, pues en este sistema agrícola no se utilizan coberturas vegetales a parte de los propios cultivos. Por esta razón la cantidad de agua que se puede almacenar es de 25 mm y se considera baja.

Como era un lote bajo barbecho durante cinco años, el porcentaje de materia orgánica alcanza valores de 7%, considerados altos, que podrían disminuir considerablemente sin manejo. El pH es ligeramente alcalino y favorece la disponibilidad de ciertos elementos mayores requeridos para la nutrición de las plantas. No se presentó reacción positiva de la prueba para determinación de carbonatos, a pesar de que presenta afloramientos de roca coralina en superficie.

Estos suelos son muy débiles, por lo que se deben tomar precauciones para su manejo, como prácticas de conservación, uso de coberturas vegetales y aporte de residuos orgánicos. Su condición textural arcillosa permite que exista una buena agregación entre sus partículas, pero la destrucción de estos agregados, provocaría problemas de porosidad e infiltración del agua en el suelo. Debido a la poca profundidad efectiva y a la presencia de afloramientos rocosos, presentan limitantes para el desarrollo de plantas de raíces profundas, por lo que es necesario realizar ahoyado para este tipo de cultivos.

El pH permite disponibilidad de N, P, K, S, Ca, Mg, pero poca de elementos menores, lo que podría manifestarse en deficiencias principalmente de Fe, B, Mn, Cu y Zn. El contenido de materia orgánica es favorecido por el tipo de textura, permite complejos orgánico y buena fertilidad química. La formación de complejos con la materia orgánica permitiría atenuar el efecto negativo de la profundidad en el almacenamiento de agua y, de esta forma, favorecer la disponibilidad de nutrientes solubles.

En el sitio 4, vía Tom Hooker, la estructura del suelo es migajosa, débil, blanda y muy friable, con baja estabilidad de sus agregados y, por lo tanto, muy susceptible al deterioro de sus propiedades físicas. La alta porosidad permiten buena permeabilidad e infiltración muy rápida, a pesar de su textura arcillosa. El drenaje es bueno tanto interno, como externo, por lo que no se presentan problemas de encharcamiento, además que se encuentra sobre un plano.

La densidad aparente es alta, mientras la porosidad es baja (33,4%) lo que corresponde a densidades altas. El índice hídrico mostró como principal limitante la profundidad, condición muy generalizada en estos suelos, seguida por la cobertura, porque es un sistema intervenido, con prácticas agrícolas, pues el agricultor mantiene el suelo cubierto con arvenses, excepto en la zona de raíces de las plantas.

El factor profundidad propicia que se acumule poco agua y es limitante para la producción de cultivos, principalmente en épocas de sequía. El pH es ligeramente ácido, a pesar de que se origina de rocas de tipo básico en superficie, que aportan bases y carbonatos, donde la reacción fue leve. Ello afecta la presencia de N, P, K, S, Ca, Mg, pero favorece los microelementos (Fe, Mn, Cu, B y Zn), lo que podría resultar en deficiencias macroelementos y, en casos muy severos, toxicidad de estos microelementos, que se podrían potencializar bajo condiciones hídricas desfavorables.

El pH podría afectar la actividad biológica, la cual puede ser menor y, por lo tanto, afectar los procesos de descomposición de materia orgánica. El contenido de ésta es alto (7 %), lo que podría estar relacionado al tipo de textura y a la disminución en los procesos de descomposición, que ocasionan la acumulación de materia orgánica.

Dada la fragilidad de la estructura de esta unidad, se deben evitar prácticas de preparación que puedan destruir agregados y, en consecuencia, pulverizar el suelo. La estructura permite el normal movimiento de agua y aire bajo condiciones naturales, por lo que es necesario propiciar

prácticas de manejo que eviten procesos erosivos y degradación. La principal limitante física es la profundidad, que afecta no solo el desarrollo de las raíces de las plantas, sino también la capacidad de almacenamiento de agua. Es necesario cubrir el suelo para evitar que el agua se pierda fácilmente por evaporación y por percolación hacia capas más profundas.

El pH en esta unidad productiva no es limitante hasta el momento, pues las formas activas de Al y Fe no están afectando los cultivos. La fertilidad podría disminuirse notablemente si el sitio se somete a producción intensiva, donde no existan aportes de materiales orgánicos que favorezcan los ciclos de nutrientes. El agricultor acostumbra realizar aportes de materiales orgánicos a las plantas cultivadas y a manejar las coberturas como mecanismo de protección.

El sitio 5 por la Corporación Universidad Cristiana muestra suelos de estructura granular, débil y tamaño fino con tendencia a ser blandos y friables, que favorecen la permeabilidad, la infiltración y el drenaje de los suelos. La clase textural (FAR) favorece una buena porosidad, pero no la estabilidad estructural de agregados (moderada en la respectiva prueba). Son suelos adecuados para la agricultura, pero su principal limitante es la acumulación de agua en el perfil, cuyo índice hídrico muestra la profundidad como limitante, asociada a una pobre cobertura, que permite la acumulación de una baja lámina de agua (22,5 mm).

El pH es ligeramente alcalino y no presentó reacción positiva a la prueba de carbonatos, a pesar de que a poca profundidad se encontraba afloramiento de roca caliza. Algunos macronutrientes importantes en la nutrición de las plantas están disponibles, así como bases (Ca, K y Mg). El contenido de materia orgánica es alto (7%), por su clase textural, lo que permite disponibilidad de macronutrientes y, por lo tanto, fertilidad alta.

Para la producción agrícola estos suelos tienen buenas condiciones físicas, pero están limitados por la baja capacidad de almacenamiento de agua, determinada por la profundidad efectiva, que no alcanza los 25 cm. La rapidez del movimiento del agua influye de manera negativa en su disponibilidad durante periodos largos de cultivo, lo que hace necesario riego suplementario. Las condiciones naturales no permiten el desarrollo normal de las plantas en periodos de sequía prolongada. Es necesario mantener los niveles de materia orgánica para mantener un equilibrio entre la disponibilidad de nutrientes y la toma por parte de las plantas. Estos suelos tienden a la acumulación y precipitación de bases si no se generan procesos químicos. La cobertura vegetal, que evite la incidencia de procesos de degradación y deterioro por prácticas agrícolas intensivas, es necesaria.

#### *Orden vertisol*

Son los suelos más abundantes en el archipiélago. Los altos contenidos de arcillas expandibles imprimen características tales como grietas amplias y profundas, agregados estructurales en forma de cuña y '*slickensides*' o superficies de presión (IGAC, 1997). Aquí se agrupan los suelos de las consociaciones San Luis, Radar e Icacos, las cuales se describen a continuación, por abarcar varias unidades productivas evaluadas.

La Consociación San Luis (IGAC, 1997) muestra suelos localizados en el tipo de relieve de glacis de acumulación, configurando franjas angostas y continuas alrededor de paisaje de lomerío. Están constituidos por depósitos de sedimentos finos, ricos en arcilla esméctica, producto de la disolución de los materiales calcáreos acumulados por el mar y los erodados de las laderas escarpadas de las lomas. La cobertura arbórea ha sido destruida casi en su totalidad y reemplazada por pasto '*angleton*' y en áreas pequeñas con cultivos de subsistencia.

La consociación esta integrada por suelos chromic haplusterts, familia muy fina, mezclada, isohipertérmica en un 70 % e inclusiones de suelos aeríc endoaquerts, familia muy fina, mezclada, isohipertérmica en un 30%, caracterizados por ser imperfectamente drenados. Son suelos profundos y bien drenados, genéticamente bien evolucionados, tienen epipedon ócrico,

endopedon cámbico, régimen de humedad ústico y contenidos de arcilla mayores al 80%. El perfil modal es de tipo A-B-C. El horizonte A tiene un espesor menor de 15 cm, color negro, estructura blocosa de grado moderado a fuerte. El horizonte B está compuesto por dos subhorizontes, ambos tienen olor pardo amarillento, pero difieren en el grado de la estructura blocosa, es muy fuerte en el horizonte superior y débil en el inferior. El horizonte C se presenta después de los 100 cm de profundidad, es de gran espesor, de color gris claro y rojo.

Químicamente tienen reacción ligeramente ácida en los primeros 10 cm de profundidad y reacción neutral hasta los 100 cm, tienen altos contenidos de bases intercambiables y medios de carbón orgánico. La fertilidad natural es muy alta. Los resultados de los análisis físicos permiten considerarlos con muy alta retención de humedad, altos valores de densidad aparente y poca porosidad. Limitan el uso de los suelos de la Consociación la poca profundidad efectiva y la escasez de lluvias. El mejor aprovechamiento es en agricultura con cultivos semicomerciales, también en ganadería semi-intensiva con pasto '*angleton*'.

A esta unidad cartográfica pertenece la fase taxonómica SLa: Consociación San Luis: chromic haplusterts, familia muy fina, mezclada, isohipertérmica, fase de pendientes 0 – 3%.

El sitio 6 en Massamy Hill muestra estructura blocosa, de grado moderada y tamaño medio, de consistencia muy duro en seco y firme en húmedo y ligeramente pegajoso y plástico en mojado. Estas propiedades permiten ver el efecto de la clase textural (ArL), caracterizados por una consistencia muy dura y firme, que permiten una estabilidad estructural alta, no se ve afectada por el factor pendiente, pero se puede favorecer la pérdida cuando las estructuras son frágiles y débiles como las de esta consociación.

El efecto en el drenaje interno del suelo es negativo, porque es imperfecto y su permeabilidad lenta. Es decir que la movilidad de agua no es adecuada, lo que provoca que permanezca y favorezca condiciones de óxido-reducción y condiciones anaeróbicas manifestadas en el moteado y colores grisáceos presentados en el perfil. En el tipo textural predominan microporos, que se encargan de retener el agua, no permiten el transporte y están determinados por la densidad aparente (alta). La infiltración de agua en este perfil es muy lenta y, en ocasiones, nula, lo que hace necesarias adecuaciones para la evacuación.

A pesar de que la condición arcillosa se considera apropiada para la retención de agua, en este caso el índice hídrico está limitado por la estructura, la profundidad, la cobertura y la pendiente. Estos últimos dos factores tienen mucho que ver con escorrentía que, en este caso de pobre permeabilidad, si no existe cobertura, el agua pasa de largo y se lleva consigo partículas y genera erosión.

Son suelos con un pH ligeramente alcalino, donde se encuentran disponibles N, S, P, B, Ca, K, Mg y se favorecen procesos de descomposición y humificación de materia orgánica y, en consecuencia, la actividad biológica. Pese a su pH, no resultó positiva la prueba de determinación de carbonatos. La clase textural y la retención de humedad permiten contenidos altos de materia orgánica, alcanzando valores del 8%, como consecuencia principalmente de la acumulación y utilización de residuos orgánicos como coberturas en los cultivos.

Físicamente presentan limitantes para la producción agrícola, principalmente por su drenaje imperfecto, el cual provoca características anaeróbicas, que no favorecen la respiración de las raíces. Estructuralmente son firmes y tienden a compactarse fácilmente si se someten a fuertes presiones o a pisoteo de ganado. La acumulación de agua en el perfil permite que se almacene, pero su limitante estaría dada por la textura arcillosa, pues generalmente acumula agua no disponible fácilmente para las plantas. Pueden presentar iones, permitir el almacenamiento y acumulación de nutrientes.

El sitio 7 en el Cove presenta suelos profundos, de estructura blocosa angular, tamaño fina y de grado fuerte, con consistencia en seco dura y firme en húmedo, lo que se manifiesta principalmente en su alta estabilidad de agregados. Son arcillo-limosos, lo que confiere características de muy pegajosos y muy plástico, cuando se encuentra con contenidos altos de humedad. Este comportamiento es común en el orden vertisol, en donde predominan arcillas esmécticas que tienen la capacidad de retener un mayor porcentaje de humedad.

La densidad aparente es alta y con un porcentaje de porosidad bajo, resultando en un drenaje interno pobre, como lo demuestran colores grises en el perfil, un drenaje externo moderado, con alguna limitante por la pendiente y en una permeabilidad mala. Presentan muy lenta velocidad de infiltración por las condiciones texturales y estructurales. El almacenamiento de agua en el perfil se ve favorecido principalmente por la profundidad efectiva y la pendiente, pero su capacidad de almacenamiento disminuye por la estructura, textura y cobertura. A pesar de esto se encuentra una lámina de agua aprovechable mayor que los sitios descritos anteriormente, de 47,6 mm.

Se presenta un pH ligeramente ácido con disponibilidad de N, P, K, Ca, S y Mg un poco restringida. Activa las formas disponibles de microelementos (Mn, Fe, Cu, B y Zn) que, bajo condiciones de saturación de agua, pueden llevar a toxicidad de las plantas. No hubo reacción positiva para la prueba de carbonatos.

El porcentaje de materia orgánica fue el más alto de los evaluados, alcanzando un 19%. Ello puede estar muy ligado a disminución en los procesos de descomposición y mineralización de materia orgánica, principalmente por condiciones de reducción y pH. Es un suelo con limitantes para la agricultura, por su contenido y tipo de arcilla y por el de estructura que desarrolla, que disminuyen el espacio poroso y los procesos de movimiento de agua y aire. Su condición textural permite acumular mayor volumen de agua, condición favorable para los cultivos pero, a la vez, limita si no se realizan prácticas de drenaje del exceso. Si se superan limitantes físicas, el alto contenido de materia orgánica favorece la actividad de organismos que intervienen los ciclos y la disponibilidad de nutrientes. El aporte de residuos orgánicos fibrosos ayudaría al mejoramiento de la estructura, la aireación y, por lo tanto, la fertilidad.

El sitio 8, por Pox Hole presenta suelos profundos, de estructura blocosa subangular, de grado fuerte y tamaño fina. Son blandos en seco y friables en húmedo, y de consistencia en mojado plástico y muy pegajoso, lo cual indica contenidos mayores al 60% de arcillas. Ello permite estabilidad estructural y pocas pérdidas por arrastre de lluvia. Tienen alta densidad aparente y una porosidad en porcentaje baja, compuesta por microporos principalmente. El drenaje interno y externo es regular, presenta una lenta permeabilidad y una lenta a rápida velocidad de infiltración. El almacenamiento de agua en el perfil se ve afectada principalmente por la estructura, la cobertura y la textura. La pendiente y la profundidad efectiva característica dan una lámina de agua almacenada de 42 mm.

El pH es casi neutro con disponibilidad de N, P, K, S y microelementos como B y Zn, que favorecen la actividad biológica y los procesos de descomposición de materia orgánica y agregación de partículas. La reacción a la prueba de carbonatos fue negativa. El contenido de materia orgánica es muy alto (15%), por lo que favorece ampliamente la actividad biológica, además de permitir la acumulación y disolución de elementos nutricionales.

No hay limitantes físicas para el desarrollo de raíces, pero sí tendencia al amasamiento cuando hay presiones por sistemas de manejo inadecuados. El espacio poroso se limita a microporos, que acumulan agua, pero dificultan su movimiento, ocasionan encharcamiento y condiciones de reducción. Se recomienda aplicar prácticas sencillas para permitir el drenaje natural. Son suelos fértiles sin limitantes por iones ácidos o alcalinos, como el caso de Fe o algunas bases que se

podrían acumular, de acuerdo al tipo de material parental. La principal ventaja en este aspecto es la disponibilidad de la mayoría de los macronutrientes de las plantas, y de materia orgánica. La consociación Radar (IGAC, 1997) está constituida por suelos de relieve de glacís de acumulación, en las formas de terrenos de bajos, caracterizadas por ser superficiales plano-cóncavas sujetas a encharcamientos periódicos de poca duración. El material parental está constituido por depósitos masivos de sedimentos finos, especialmente arcilla caolina. Estos suelos se encuentran explotados en ganadería extensiva con pasto hierba de vaca.

Está integrada por suelos Aeric endoaquerts, familia muy fina, mezclada, isohipertérmica en un 90% e inclusiones de suelos Chromic Haplusterts, familia muy fina mezclada, isohipertérmica en un 10%. Son suelos profundos y tienen drenaje imperfecto, con alta evolución pedogenética, tienen epipedón ócrico, endopedón cámbico, régimen de humedad ácuico, contenidos de arcilla del 43% en los primeros 10 cm de profundidad y por debajo, los contenidos son mayores del 80%.

Químicamente tienen reacción neutra, muy altos contenidos de carbonatos de calcio y de bases intercambiables. Los contenidos de carbón orgánico son bajos y la fertilidad natural es muy alta. Físicamente tienen una densidad aparente media, porosidad moderada, buen estado de agregación y muy alta retención de humedad. El drenaje imperfecto y la permeabilidad lenta limitan su uso, pero se pueden aprovechar en ganadería con pastos naturales y mejorados, especialmente de corte.

En esta unidad cartográfica se separa la fase Consociación Radar: Aeric endoaquerts, familia muy fina, mezclada, isohipertérmica, fase de pendientes 0 a 3%.

El sitio 9 en Big Pond cuenta con suelos de buena profundidad efectiva, una estructura blocosa subangular, de grado fuerte y tamaño medio. La consistencia en seco es ligeramente dura, en húmedo firme y en mojado muy pegajosa. La clase textural es arcillo limosa, lo que permite el predominio de microporos. Esta porosidad, en consecuencia, confiere características de drenaje interno imperfecto, externo regular, permeabilidad lenta y una lenta a rápida velocidad de infiltración. Presenta una estabilidad estructural alta por su alta pegajosidad, que lo protege de procesos erosivos hídricos principalmente.

Su capacidad de almacenamiento se ve limitada principalmente por su estructura, cobertura, textura y pendiente, pero el factor profundidad puede almacenar una lámina de agua de 39,4 mm.

El pH es moderadamente alcalino, con disponibilidad, principalmente, de S y bases como Ca, K, Mg, pero existe una leve restricción para la disponibilidad de N, P y microelementos. A partir de este valor de pH va disminuyendo gradualmente la actividad biológica y, por lo tanto, procesos de descomposición de materia orgánica, humificación y agregación de partículas. A pesar de la alcalinidad del pH, no se observó reacción positiva de carbonatos.

El contenido de materia orgánica es alto, lo que podría ayudar un poco a disminuir las deficiencias de elementos. El principal limitante físico para la producción de cultivos es el movimiento de agua, que se ve afectado por el tipo de textura y por el arreglo estructural. Estos factores llevan a un drenaje imperfecto y encharcamiento y condiciones de reducción o anaeróbicas, en donde el desarrollo de raíces será disminuido.

Si bien el pH es limitante para los elementos nutricionales, es necesario utilizar mecanismos que permitan su disminución y, en consecuencia, la disponibilidad en fase soluble. Los altos contenidos de materia orgánica, pueden permitir un efecto tampón de pH, si se mejoran las condiciones físicas para facilitar la acción de organismos que activen o aumenten el proceso de descomposición de materia orgánica y, de esta forma, modificar en parte la composición iónica. A pesar de los problemas en el comportamiento hídrico, poseen buenas cualidades para el almacenamiento. En condiciones de sequía la disponibilidad de agua para las plantas es mayor.

En la Consociación Icacos (IGAC, 1997) los suelos se sitúan en el relieve de terraza baja, dentro de formas de terreno depresionales (bajos), sujetas a encharcamientos periódicos de poca duración. Los suelos se han desarrollado a partir de depósitos finos ricos en caolinita, producto de la acción de aguas superficiales y profundas sobre rocas calcáreas. La vegetación arbórea ha sido reemplazada casi en su totalidad por cultivos de plátano y pasto '*angleton*'. Esta unidad cartográfica está constituida por suelos Aeric endoaquerts, familia muy fina, mezclada isohipertérmica en un 70% e inclusiones de suelos Chromic haplusterts, familia muy fina, mezclada, isohipertérmica en un 30% caracterizados estos últimos por ser bien drenados.

Son suelos superficiales, limitados por fluctuaciones del nivel freático; pobremente drenados. Los suelos Aeric endoaquerts, familia muy fina, mezclada, isohipertérmica de esta unidad, presentan una morfología de tipo A-Bg1-Bg2, hasta una profundidad de 130 cm. El horizonte A es delgado, de color gris muy oscuro, textura arcillosa y estructura blocosa débil. El horizonte B se encuentra subdividido en dos, es muy grueso y arcilloso, de color dominante gris claro con moteos amarillo parduzco y rojo.

Químicamente tienen reacción neutra en los primeros 10 cm de profundidad y fuertemente ácida a partir de ahí; la saturación de aluminio intercambiable es del 35%, tienen altos contenidos de bases intercambiables y medios de carbono orgánico. La fertilidad natural es alta. Físicamente tienen densidad aparente media, porosidad moderada, alto grado de agregación de las partículas y muy alta retención de humedad. Presentan problemas para el establecimiento de actividades agrícolas debido a su susceptibilidad a los encharcamientos y las fluctuaciones del nivel freático. No obstante se pueden utilizar en ganadería semiintensiva con pasto '*angleton*'.

En esta unidad cartográfica se separó la fase taxonómica Consociación Icacos: Aeric endoaquerts, familia muy fina, mezclada isohipertérmica, fase de pendientes de 0 –3% encharcable.

El sitio 10 en Massamy (vía circunvalar) mostró suelos de estructura blocosa subangular, de grado fuerte y tamaño fina. Son muy blandos en seco y friables en húmedo, condiciones ideales para el crecimiento de raíces y actividad biológica. Texturalmente son Arcillo – limosos, de porosidad baja y presencia de microporos principalmente. La densidad aparente es alta y, en consecuencia, se presenta una baja porosidad total. Como consecuencia hay pobre drenaje interno, regular drenaje externo y lenta permeabilidad y velocidad de infiltración. La estabilidad estructural es moderada, relacionado a su estado de consistencia blando y friable, por lo que es medianamente susceptible a erosión hídrica.

La capacidad de almacenamiento del agua es afectada principalmente por la estructura y textura, pero favorecida por la pendiente y la profundidad efectiva, alcanzándose una lámina de almacenamiento de 42 mm. El pH es casi neutro, con disponibilidad de N y P, bases intercambiables y S, pero no de muchos elementos menores. Se favorece la descomposición de materia orgánica, la humificación, la agregación de partículas y la actividad biológica del suelo, pero no hubo reacción positiva para carbonatos. El contenido de materia orgánica es alto, lo que favorece procesos de agregación y disponibilidad de elementos.

Estructuralmente son adecuados para el crecimiento de cultivos, pero se limitan por el movimiento de agua y aire que es muy restringido, hasta el punto de encontrar condiciones de saturación, que afectan la respiración de las raíces. Son susceptibles medianamente a erosión hídrica, presentan moderada estabilidad de agregados y deterioro de su estructura bajo prácticas intensivas que pulverizan sus agregados.

Tienen buena fertilidad, pues combina criterios ideales como pH neutro y alto contenido de materia orgánica, que permiten disponibilidad de nutrientes.

*Orden molisol*

Corresponden aquellos suelos que, gracias a los altos contenidos de carbonatos, poseen saturaciones muy altas de bases y carbón orgánico, colores muy oscuros en los horizontes superficiales y muy buen desarrollo estructural (IGAC, 1997). En este orden se encuentra la Consociación Iglesia, en la cual se describen los suelos de una unidad productiva evaluada.

La Consociación Iglesia (IGAC, 1997) tiene suelos ubicados dentro el tipo de relieve de lomas, en las laderas inclinadas, ligeramente disectadas, con pendientes entre 7 y 25%. El material parental se encuentra constituido por calizas detríticas arenosas en proceso de meteorización; son susceptibles a los procesos erosivos por acción del agua de escorrentía. La vegetación es arbórea con palmas de coco, matarratón y árbol del pan y en algunas áreas hay cultivos de plátano y yuca.

Los suelos son Typic haplustolls, familia muy fina, mezclada isohipertérmica en un 90% e inclusiones de suelos Lithic Ustropepts, familia fina, mezclada isohipertérmica en un 10%, en los cuales la roca se encuentra antes de los 50 cm de profundidad. Se caracterizan por ser moderadamente profundos, limitados por roca, bien drenados, presentan muy alta retención de humedad. El perfil modal descrito tiene una morfología de tipo A-B-C. El horizonte A es moderadamente grueso, de color gris muy oscuro y textura arcillo-limosa. El horizonte B es grueso, compuesto de dos subhorizontes, el superior (Bw1) de color pardo fuerte con manchas gris muy oscuro y textura arcillo limosa y el inferior (Bw2) Amarillo parduzco, de textura Arcillosa. El horizonte C corresponde a roca saprolítica, de color blanco, textura arcillosa, con reacción violenta al HCl.

Tienen reacción neutral, capacidad de intercambio catiónico muy alta, carbón orgánico alto y fertilidad natural muy alta. Poseen baja densidad aparente, alta porosidad y gran estado de agregación de las partículas. El principal limitante para su uso es la escasez de lluvias. Se pueden dedicar a la agricultura con cultivos semicomerciales, además se pueden aprovechar para ganadería extensiva con pastos naturales y mejorados.

En esta unidad cartográfica se encuentran las fases taxonómicas Llc1: Consociación Iglesia: Typic haplustolls, familia muy fina, mezclada isohipertérmica (fase de pendientes 7 – 12%, erosión ligera); Lld1: Consociación Iglesia: Typic haplustolls, familia muy fina, mezclada isohipertérmica (fase de pendientes 12 – 25%, erosión ligera).

El sitio 11 en Little Hill mostró suelos con una estructura blocosa subangular, de consistencia en seco duro y muy firme en húmedo. Lo que permite que tengan una alta estabilidad estructural. Su clase textural franco arcillosa, hace que tengan consistencia en mojado de muy pegajosa y plástica, susceptible a amasamiento cuando se mantiene con altos contenidos de humedad.

Presentan densidades muy bajas y una alta porosidad, que se encuentra representada principalmente por microporos, que facilitan la retención de agua, provocan un drenaje interno pobre, una lenta permeabilidad y velocidad de infiltración muy lenta. El almacenamiento de agua está limitado por la textura y estructura principalmente, seguidos por la pendiente y la cobertura. La profundidad efectiva permite que se acumule una buena cantidad de agua en el perfil, alcanzándose una lámina de almacenamiento de 35,7 mm.

El pH es ligeramente ácido, encontrándose una ligera restricción para la disponibilidad de P, el cual puede estar fijado en la fase sólida del suelo, pero se encuentran disponibles N, K, S y elementos menores como Mn, B, Cu y Zn. A partir de este pH se activan los procesos de descomposición de materia orgánica y la actividad biológica en el suelo. No se presentó reacción positiva a la prueba de determinación de carbonatos. El contenido de materia orgánica es alto, como consecuencia de aportes de residuos orgánicos y de acumulación tras un periodo de barbecho.

Físicamente son suelos con limitantes para el drenaje del agua en exceso, por lo que se deben considerar prácticas que favorezcan su libre movimiento. Su estructura tiende a formar agregados grandes cuando es sometida a prácticas agrícolas intensiva, y a amasamiento cuando los niveles de humedad no son adecuados para labores agrícolas.

Su condición química es buena para el desarrollo de las plantas, pues se encuentran disponibles muchos elementos para la nutrición. Es necesario buscar alternativas para la disponibilidad de P y para el mantenimiento de los contenidos de materia orgánica en el suelo.

### Propuesta de manejo en unidades productivas

#### *Para Consociación San Andrés*

Son aptos para cultivos tradicionales de la isla. Sin embargo están limitados por la profundidad efectiva superficial y la escasez de humedad. Para un uso racional y mejor rendimiento de las cosechas se recomienda manejo de la profundidad efectiva, elegir cultivos con sistemas radicales superficiales, de tipo herbáceo (caña, patilla, melón, ahuyama, hortalizas como tomate, pepino, etc. y plantas medicinales como albahaca, poleo y orégano y pastos).

Para sistemas radicales profundos (yuca, batata, ñame y frutales) es necesario implementar sistemas de ahoyado profundo que permitan el normal desarrollo de las raíces. Se recomienda implementar camellones o un sistema de embalonado de la plantas, en el cual se hace un aporque, buscando una elevación del nivel de suelo para que las plantas puedan aprovechar un mayor volumen. Se podrían construir camas o eras utilizando madera y/o fragmentos rocosos para que se acumule volumen de suelo y, por lo tanto, aumente la profundidad efectiva.

Se recomiendan sistemas de riego o métodos de recolección de agua en reservorios, prácticas de conservación con coberturas vegetales, que pueden ser arvenses, cultivos de crecimiento rastroso asociadas al principal, o coberturas de residuos vegetales tipo mulch, que permitan disminuir pérdidas de agua en el suelo por evaporación, percolación y escorrentía.

Para aportar materia orgánica al suelo, permitir la retención de agua por su propiedad de formar complejos órgano – minerales, así como la unión con moléculas de agua en el suelo se sugiere la rotación de cultivos, buscando alternar requerimientos menores y mayores de agua, de acuerdo con el comportamiento de las precipitaciones durante el año.

Para el manejo físico del suelo se recomienda evitar el deterioro de su condiciones estructurales y las pérdidas por erosión hídrica o eólica. La labranza mínima permita disminuir las pérdidas por erosión y evitar el afloramiento de rocas próximas a la superficie. Conviene mantener coberturas vegetales o residuos orgánicos como desechos de cosecha, para mejoramiento de propiedades hídricas y evitar pérdidas de suelo por escorrentía.

Del manejo de la materia orgánica depende la actividad biológica, las propiedades físicas y la fertilidad de los suelos de esta consociación. Por esta razón se recomiendan prácticas que permitan el mantenimiento de los altos niveles de materia orgánica, como evitar la quema de barbecho o vegetación, aportar e incorporar residuos orgánicos de origen vegetal o animal frescos o compostados, ricos en proteína, que permitan la actividad de organismos del suelo, la descomposición y mineralización de materia orgánica, disponibilidad de nutrientes y que, a la vez, mantengan condiciones de humedad del suelo.

Conviene implementar sistemas para obtención de abonos verdes, utilizando especies adaptables a la zona como fuente de materia orgánica para incorporar; obtener compost

de desechos orgánicos o residuos orgánicos de tipo vegetal o animal para aplicación en los sitios de siembra.

*Para las consociaciones San Luis, Radar e Icacos.*

Principal limitante es el movimiento de agua en el suelo, que se ve afectado por el tipo de textura y por el arreglo estructural. El drenaje en el suelo es imperfecto y, en consecuencia, hay encharcamiento y condiciones de reducción o anaeróbicas, en donde el desarrollo de raíces va a ser afectado. Por esta razón se recomiendan prácticas para mejoramiento y mantenimiento de las propiedades estructurales del suelo como evitar labranza intensiva y preparación del suelo, la destrucción de agregados, taponamiento de poros y, en consecuencia, disminución de la macroporosidad. Se recomienda usar prácticas de ingeniería sencillas como canales y zanjas para mejorar el drenaje natural.

Se debe mejorar la aireación de los sitios de siembra, mediante incorporación y mezcla del suelo con material gravilloso, fragmentos de roca o residuos orgánicos fibrosos y de tamaño medio, que permitan el flujo de aire y agua en la zona de raíces. Así mismo se deben usar coberturas para protección de la superficie por escorrentía que se puedan potencializar por la baja permeabilidad de los suelos. Para la materia orgánica conviene evitar quemar residuos de cosechas y barbecho antes de la siembra; también aportar materiales orgánicos como abonos verdes y residuos orgánicos de origen animal y vegetal previamente compostados para activación de procesos biológicos.

*Para la Consociación La Iglesia.*

La principal limitante es el movimiento de agua y la susceptibilidad a degradación por amasamiento o erosión favorecida por la pendiente. Se recomienda utilizar prácticas de ingeniería sencillas como canales y zanjas para mejoramiento del drenaje natural de los suelos. Es necesario establecer tanques o reservorios colectores de esta agua para evitar que degraden el suelo de áreas vecinas. Se deben evitar prácticas de labranza intensiva y preparación del suelo que permitan la destrucción de agregados y, en consecuencia, el amasamiento y disminución de la macroporosidad que permite el movimiento de agua en el suelo.

Se debe procurar la aireación de sitios de siembra, mediante incorporación y mezcla del suelo con material gravilloso, fragmentos de roca o residuos orgánicos fibrosos y de tamaño medio, que permitan el flujo de aire y agua en la zona de raíces. Conviene utilizar coberturas para protección de la superficie del suelo del efecto de aguas de escorrentía que se puedan potencializar por la baja permeabilidad de los suelos y la pendiente del terreno; sembrar cultivos en contorno, siguiendo las curvas de nivel, para evitar la incidencia de procesos erosivos por agua y viento; mantener cubierto con residuos vegetales vivos o muertos, que eviten el arrastre de partículas en zonas inclinadas; evitar el establecimiento de cultivos limpios, es decir sin plantas arvenses acompañantes.

La materia orgánica requiere evitar quemar barbecho, residuos orgánicos de cosechas y arvenses, aportar residuos orgánicos fibrosos como estopa de coco y bagazo fragmentado; implementar sistemas de abonos verdes, principalmente de leguminosas para favorecer procesos de disponibilidad de N y P en el suelo.