

## TIPOS DE SUELOS Y SUS CARACTERÍSTICAS DE LAS PARTES MEDIAS Y BAJAS DE LA MICROCUENCA MEMBRILLO, MANABÍ, ECUADOR

Alberto Hernández Jiménez<sup>1</sup>, Leonardo Vera Macías<sup>2</sup> Carlos Alfredo Naveda Basurto<sup>2</sup>, Fernando Wilfrido Veliz Mantuano<sup>2</sup>, Ángel Monserrate Guzmán Cedeño<sup>2</sup>, Marco Vivar Arrieta<sup>3</sup>, Teódulo Roberto Zambrano<sup>2</sup>, Freddy Mesías Gallo<sup>2</sup> y Katty Ormanza<sup>2</sup>, Rolando Venancio León Aguilar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, INCA, MES, Cuba

<sup>2</sup>Carrera de Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Campus Politécnico El Limón, km 2.7 vía Calceta - Morro - El Limón Sector La Pastora

<sup>3</sup>Proyecto Membrillo, FAO: GCP/INT/093/SPA, Manabí, Ecuador

<sup>4</sup>Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Ministerio de Educación superior (MES), Cuba

**Contacto:** ahj@inca.cu

### RESUMEN

En el trabajo se exponen los resultados del estudio de caracterización de los suelos en el cantón Bolívar para lo cual fueron seleccionados diferentes sitios, bajo diferentes formas de uso del suelo; se estudiaron 10 perfiles donde se realizó un análisis de los principales factores que intervienen en la formación de los suelos. Para la descripción de los perfiles se utilizaron las metodologías recomendadas para estos tipos de estudios. La clasificación de los suelos para cada perfil se realizó según el World Reference Base IUSS, Working Group, WRB. También se aplicó la Taxonomía norteamericana de los suelos, Soil Survey. En las descripciones de los suelos se empleó la Tabla Munsell para determinar el color. Se realizó un análisis de los factores de formación de los suelos entre ellos, el clima, relieve entre otros. Entre los principales resultados obtenidos se puede mencionar que el relieve estudiado se cataloga como alomado, premontañoso, se diferenciaron tres tipos de suelos: Feozems, Cambisoles y Fluvisoles. Se evidenció que los suelos Feozems son los de mejor calidad y que los Cambisoles se han formado por la evolución del suelo Feozem debido al uso agrícola continuado.

**Palabras clave:** suelos, clasificación, cultivos, mejoramiento, conservación

### ABSTRACT

The paper presents the results of the characterization of the soils in the county for which Bolivar different sites were selected, under different forms of land use; 10 profiles were studied where an analysis of the main factors involved in the formation of soils. For the description of the profiles are recommended methodologies used for these types of studies. La clasificación de los suelos para cada perfil se realizó según el World Reference Base IUSS, Working Group, WRB. También se aplicó la Taxonomía norteamericana de los suelos, Soil Survey. En las descripciones de los suelos se empleó la Tabla Munsell para determinar el color. Se realizó un análisis de los factores de formación de los suelos entre ellos, el clima, relieve entre otros. Entre los principales resultados obtenidos se puede mencionar que el relieve estudiado se cataloga como alomado, premontañoso, se diferenciaron tres tipos de suelos: Feozems, Cambisoles y Fluvisoles. It was evident that Feozems soils are better and that Cambisoles are formed by soil evolution Feozems due to continued agricultural use.

**Keywords:** soil, classification, crop, improvement, conservation

## INTRODUCCIÓN

La microcuenca Membrillo comprende una región de relieve de alturas que ha estado sometida históricamente a problemas de deforestación, uso indebido de la tierra, con prácticas de cultivo y pastizales en zonas con pendiente pronunciada, sobrepastoreo, y otras, que han conllevado a que los suelos en parte se encuentren degradados. El proyecto Membrillo desde hace más de dos años lleva a cabo acciones para mejorar la calidad de vida de la población, estableciendo medidas agroecológicas para el aumento de la producción de alimentos de origen animal y vegetal (Proyecto FAO con el Código GCP/INT/093/SPA, con el nombre de “Gestión Integral para el Manejo Sostenible de la microcuenca Membrillo del Cantón Bolívar, Provincia de Manabí”).

El informe sirve de base para el ordenamiento territorial de dicha zona, en el

que se relaciona una amplia información sobre gran parte de los recursos naturales de esta región. Sin embargo, son escasos los datos que sobre las características de los suelos. Teniendo en cuenta estas premisas se realiza el trabajo, en el que se aportan resultados sobre las características de los suelos, así como datos sobre el cambio de las propiedades de los mismos por el uso agrícola, constituyendo los primeros resultados edafológicos de la zona.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron diferentes sitios en la microcuenca Membrillo, bajo diferentes formas de uso del suelo; en los que se estudiaron 10 perfiles de suelos, con muestreos de la capa de 0-20 cm en los alrededores de cada uno de ellos (los perfiles estudiados se relacionan en el Cuadro 1). Se realizó, además, un análisis de los principales factores que intervienen en la formación de los suelos.

**Cuadro 1.** Perfiles estudiados en la microcuenca Membrillo

Tipos de suelos	Características	Total de perfiles	Tipos
Suelos bajo bosques	(primario y secundario):	2	(F-5 y F-8) (F-5 y F-8)
Suelos bajo cacao:	de 100 años; de 30 años; De 3 años y de 1 año)	4	(F-2, de 100 años; F-3, de 30 años; F-10 de 3 años y F-6 de 1 año)
Suelos bajo pastizales:	de más de 20 años; potrero natural con sobrepastoreo)	2	F-7, saboya de más de 20 años; F-4, potrero natural con sobrepastoreo)
Suelos bajo cultivo de maíz:	Perfiles (maíz de 45 días con mejoramiento y riego Maíz con 30 días)	2	Perfiles (maíz de 45 días con mejoramiento y riego Maíz con 30 días)

La descripción de los perfiles se realizó por la Metodología para la Cartografía de los Suelos de Cuba (Hernández *et al.*, 1995), la que coincide en muchos aspectos con la Guía para la descripción de perfiles propuesta por la FAO (FAO, 2009).

Para la clasificación de los suelos para cada perfil se utilizó el World Reference Base (IUSS, Working Group, WRB, 2008), se aplicó también la Taxonomía norteamericana

de los suelos (Soil Survey Staff, 2010). En las descripciones de los suelos se empleó la Tabla Munsell para determinar el color (Munsell, Soil Color Chart, 2010). Los análisis de suelos se realizaron en la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Manuel Félix López (ESPAM), en los laboratorios de suelos y de Química Ambiental. Las evaluaciones realizadas se describen en el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Análisis de suelos y métodos

Parámetro	Método
Humedad presente en el suelo	Gravimetría
Densidad de volumen o aparente	Método volumétrico
Textura	Por tacto en el campo
pH en agua	Relación suelo :agua 1:2,5
Materia orgánica	Por el método de Walkley & Black
Fósforo asimilable	Por el método de Olsen
Bases cambiables	Por el método de Melich
Potasio asimilable	Contenido en K intercambiable

El contenido del carbono se calcula dividiendo el contenido de materia orgánica para 1,724 y sus reservas multiplicadas por el porcentaje de carbono por la densidad de volumen y el espesor del horizonte. Se determinó para las capas de 0-20, 0-50 y 0-100 cm para que los valores sean comparables.

Las normas teóricas de riego se determinan de forma empírica a partir del Límite Superior de la Humedad Productiva (LSHP), por la humedad actual y el tipo de suelo, estableciendo como Límite Inferior de la Humedad Productiva un 75% del LSHP. Las normas se establecen para las capas de 0-20, 0-50 y 0-100 cm de suelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Condiciones de formación de los suelos

**Clima.-** El clima de la región es tropical húmedo con alternancia de períodos de sequía (junio a diciembre) y de lluvia (enero a mayo), no existe información amplia al respecto, existen pocos datos registrados hasta el momento. Solo se cuenta con los datos de la Estación Meteorológica de la ESPAM MFL (Calceta), con datos climáticos del año 2011 y lo que va del año hasta octubre del 2012. Por medio de las actividades desarrolladas por el proyecto Membrillo, se cuenta con una red de pluviómetros que han permitido registrar las precipitaciones ocurridas en el año 2012. El año 2012 estuvo precedido por

una sequía extrema seguida de una época lluviosa, fenómenos provocados por el efecto de El Niño, que ejerce una fuerte influencia en el Pacífico ecuatoriano.

En resumen de la microcuenca Membrillo prácticamente no hay datos de clima solamente los registrados en este año en los pluviómetros que ha instalado el proyecto Membrillo.

Las observaciones realizadas evidencian que la vegetación natural imperante en la microcuenca Membrillo es de bosques tropicales hemofílicos, típico de una precipitación promedio anual entre los 1400 y 1600 mm, posiblemente con una diferencia de más de 300 mm con respecto a Calceta. Esto se puede observar en las diferencias en la vegetación, ya que en Calceta los árboles predominantes son del tipo microfílico propios de un ambiente de humedad más baja.

Otro elemento que apoya esta hipótesis es el pH en el primer horizonte. En los suelos estudiados en la microcuenca Membrillo el pH es más bajo (6.22 como promedio). En Calceta el promedio fue de 6.53 en 18 perfiles estudiados y reportados por (Vera, 2011).

En los perfiles estudiados se encontró que la mayoría de las observaciones el pH tiene tendencia a ser más ácido en profundidad. Indiscutiblemente que una reacción de suelo más ácida (medido por el pH del suelo) es el resultado de un mayor lavado de bases en un clima más lluvioso en la microcuenca Membrillo con relación a Calceta.

**Material de origen.-** El material de origen de los suelos en esta microcuenca es variable, en las partes altas del relieve se observa un material de color amarillento, propio de rocas sedimentarias del Mioceno, conocido como formación geológica Onzole, constituido por lutitas y limonitas con material terrígeno (Figura 1). Además, en las partes bajas del relieve alomado se puede encontrar como elemento formador de los suelos materiales oluviales, constituidos por mezclas heterogéneas de bloques, boleas y gravas de rocas ígneas y sedimentarias de matriz arcillosa. Las lutitas son rocas sedimentarias, que por lo general son ricas en sodio y magnesio.

Estos materiales son fácilmente erosionables tanto por las lluvias de la región que pueden catalogarse como erosivas por su cantidad como intensidad (casi todas las precipitaciones ocurren entre 4 y 5 meses) y el relieve alomado, como por las formas de

uso de la tierra, se producen procesos erosivos que conllevan a la formación de sedimentos aluviales recientes, que son arcillas, limos y gravas sueltas. Se destaca la cantidad grande de sedimentos que ocurren en esta región.



**Figura 1.** Corte en el camino en el que se aprecia material terrígeno en la parte superior, sobreyaciendo sobre lutitas, propio de la formación geológica Onzole

**Relieve.-** Según se observa en la Figura 2 en la que se plasma una de las elevaciones típicas de la zona, el relieve puede catalogarse como alomado, premontañoso, ya que las

elevaciones no alcanzan 400 m de altura sobre el nivel del mar, propio de las montañas bajas. Las pendientes son bastante pronunciadas, del rango de 30, 40 y 50%.



**Figura 2.** Relieve predominante en la región con áreas erosionadas en las partes altas y material sedimentario en las partes bajas

**Vegetación.-** En la región se identifican bosques primarios y en algunas partes con bosques secundarios, los que ocupan, por lo general, las partes más altas y abruptas del relieve. Los bosques están sustituidos en gran parte por pastizales y áreas de cultivo. En su informe el proyecto Membrillo (FAO, 2012) resalta la acción de los bosques como componente protector del ecosistema.

**El hombre.-** En el informe del proyecto Membrillo (FAO, 2012) se destaca la actividad del hombre y su impacto sobre los ecosistemas de esta microcuenca. No obstante se resalta que la deforestación, el sobrepastoreo y cultivo continuado con uso de agroquímicos ha conllevado a la degradación de los suelos en una parte del territorio.

**Tipos de suelos y sus características.-**

Por las condiciones naturales de formación de suelos, en la región bajo bosques primarios, es de suelos con fuerte acumulación de materia orgánica (humificación), que daría lugar a la formación de suelos Feozems (según la clasificación de suelos del World Reference Base, WRB) o de Molisoles (según la clasificación de la Taxonomía norteamericana de suelos) y en las partes formadas de sedimentos de Fluvisoles o Fluvents. Sin embargo debido a la actividad antropogénica parte de los suelos Feozems se han degradado y han dado lugar a Cambisoles /según la WRB) (Inceptisoles por la Taxonomía norteamericana de suelos). En resumen, en los perfiles de suelos identificados, se encuentran 3 tipos de suelos: Feozems, Cambisoles y Fluvisoles, cuya clasificación se muestra en la Cuadro 3.

**Suelos Feozems.-**

En este Grupo Referencial de Suelos se identificaron los perfiles F.5, F-8, F-2, F-3, F-10 y F-7, bajo diferentes formas de uso. Los perfiles F-5 y F-8 bajo bosques, el F-2, F-3 y F-10 bajo cacao (100, 30 y 3 años respectivamente y el F-7, bajo pastos Saboya de muchos años).

La característica principal que es común para los suelos Feozems es la presencia de un horizonte mólico o mullido en la parte superior del perfil que se caracteriza por un color oscuro, al menos con 18 cm de espesor y que tienen un buen contenido en bases. Normalmente son suelos muy bien estructurados (estructura granular y nuciforme), como en los perfiles 5, 8, 1 y 2; pero esta puede estar transformada en una estructura de bloques subangulares ya sea por el cultivo continuado (perfil 10), o por el sobrepastoreo (perfil 7). En este último caso los suelos llevan el calificativo de ántrico en la clasificación, pero aún se mantienen dentro de los rangos de suelo Feozem.

**Cuadro 3.** Características de los perfiles de suelos estudiados

Perfil	Tipo de suelo	Taxonomía empleada
Perfil F-1	Fluvisol mólico, vértico (éutrico, endoarcílico); Mollic Udifluent	Taxonomía norteamericana
Perfil F-2:	Feozem lúvico, por la WRB; Typic Hapludoll	Por la WRB; Typic Hapludoll, por la Taxonomía norteamericana
Perfil F-3:	Feozem lúvico (endoarcílico),	Por la WRB; Typic Hapludoll, por la Taxonomía norteamericana
Perfil F-4:	Cambisol háplico (éutrico, esquelético)	Por la WRB; Typic Haplanthrept
Perfil F-5:	Feozem vértico, lúvico (endoarcílico)	Por la WRB; Vertic Hapludoll, por la Taxonomía norteamericana
Perfil F-6:	Cambisol háplico (éutrico)	Por la WRB; Typic Haplanthrept
Perfil F-7:	Feozem gléyico, lúvico (ántrico, endoarcílico)	Por la WRB; Aquic Hapludoll, por la Taxonomía norteamericana
Perfil F-8:	Feozem háplico	por la WRB; Typic Hapludoll, por la Taxonomía norteamericana
Perfil F-9:	Fluvisol mólico (ántrico, éutrico esquelético)	Por WRB; Typic Udifluent por la Taxonomía norteamericana
Perfil F-10:	Feozem lúvico (ántrico, endoarcílico)	Por la WRB; Typic Hapludoll, por la Taxonomía norteamericana

En el Cuadro 4 se hace referencia a las propiedades de los suelos que fueron estudiados (Perfil de suelo Feozem bajo bosque primario).

**Cuadro 4.** Propiedades de los suelos en los perfiles estudiados del perfil (Perfil de suelo Feozem bajo bosque primario)

Prof. cm.	pH H <sub>2</sub> O	Textura	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Asim. mg/100g	K <sub>2</sub> O Asim mg/100g	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> Cmol kg <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup>	Suma
0 – 12	6.39	Franco	2.54	170	1.81	4.58	3.63	10.02
12 – 24	6.82	Franco	4.03	160.9	7.35	4.46	3.44	15.25
24 – 60	5.94	Franco arcilloso	5.52	134.6	6.57	3.28	2.88	12.73
60 – 74	5.54	Arcilloso	6.57	39.9	8.25	4.56	0.85	13.66
74 – 100	6.12	Arcilloso	4.33	0.5	12.98	3.52	0.01	16.51

**Cuadro 5.** Contenido y reservas del carbono en el perfil del suelo estudiado

Prof. cm.	MO. %	C %	W %	D. apar. kg/dm <sup>3</sup>	Reservas de C Mg ha <sup>-1</sup>	Reservas de C en Mg ha <sup>-1</sup>		
						0-20	0-50	0-100
0 – 12	5.82	3.38	30.3	0.88	35.6	56	128	247
12 – 24	4.59	2.66	39	0.95	30.4			
24 – 60	4.17	2.42	35.2	0.98	85.3			
60 – 74	3.42	1.98	32.9	1.11	30.9			
74 – 100	3.26	1.89	37.2	1.31	64.4			

**Cuadro 6.** Normas teóricas de riego (calculada para un LIHP al 75% del LSHP)

Prof. cm.	LSHP %	D. apar. kg/dm <sup>3</sup>	LSHP % Volumen	LIHP 75% del LSHP	Reservas de Humedad m <sup>3</sup> ha	Normas teóricas de riego (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
						0-20	0-50	0-100
0 – 12	35	0.88	370	277	93	169	463	1067
12 – 24	40	0.95	456	342	114			
24 – 60	40	0.98	1412	1058	354			
60 – 74	40	1.11	622	466	166			
74 – 100	40	1.31	1362	1022	340			

**Cuadro 7.** Datos analíticos del perfil de suelo Feozem bajo plantación de Cacao de 30 años

Prof. cm.	pH H <sub>2</sub> O	Textura	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Asim. mg/100g	K <sub>2</sub> O Asim mg/100g	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> Cmol kg <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup>	Suma
0 – 25	5.92	Franco	1.42	236.2	5.78	3.97	5.05	14.8
25 – 48	5.96	Franco arcilloso	1.6	247.9	5.82	3.98	5.29	15.09
48 – 68	6.06	Arcilloso	1.19	213.9	10.6	3.86	4.58	19.04
68 – 100		Arcilloso	1.05	102.6	5.73	4.28	2.19	12.2

**Cuadro 8.** Contenido y reservas del carbono en el perfil

Prof., cm.	MO.	C	W	D. apar.	Reservas de C	Reservas de C en Mg ha <sup>-1</sup>		
	%	%	%	kg/dm <sup>-3</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	0-20	0-50	0-100
0-25	4.49	2.60	39.8	1.16	75.40	60	122	197
25-48	2.72	1.58	31.8	1.20	43.60			
48-68	2.05	1.19	35	1.35	32.10			
68-100	1.90	1.10	42	1.31	46.10			

**Cuadro 9.** Normas teóricas de riego (calculada para un LIHP al 75% del LSHP)

Prof. cm.	LSHP %	D. apar. kg/dm <sup>-3</sup>	LSHP % Volumen	LIHP 75% del LSHP	Reservas de Hu-	Normas teóricas de riego (m <sup>3</sup> ha)		
					medad m <sup>3</sup> ha	0-20	0-50	0-100
0-25	40	1.16	1160	870	290	232	555	1186
25-48	35	1.20	966	725	241			
48-68	35	1.35	945	709	236			
68-100	40	1.31	1677	1258	419			

**Cuadro 10.** Propiedades del perfil de suelo Feozem bajo cultivo de saboya de 20 años

Prof. cm.	pH	Textura	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O Asim	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Suma
	H <sub>2</sub> O		Asim. g/100g	mg/100g				
0-18	5.60	Franco	1.49	180.8	10.17	4.97	3.86	19
18-45	6.39	Franco	1.12	119.8	4.77	2.99	2.56	10.32
45-70	6.08	Franco	0.76	93.9	7.63	2.01	3.97	13.61
70-90	6.30	Arcilloso	0.76	86.3	17.41	3.85	1.85	23.11
90-105	6.83	Arcilloso	0.82	87.7	5.75	1.87	5.27	12.89

**Cuadro 11.** Contenido y reservas del carbono en el perfil

Prof. cm.	MO.	C	W	D. apar.	Reservas de C	Reservas de C en Mg ha <sup>-1</sup>		
	%	%	%	kg/dm <sup>-3</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	0-20	0-50	0-100
0-18	3.69	2.15	26.8	1.19	46.1	49	103	nd
18-45	3.37	1.95	29.7	0.94	49.5			
45-70	2.35	1.36	28.8	1.13	38.4			
70-90	2.41	1.40	29.8	1.15	32.5			
90-105	1.28	0.74	nd	nd	nd			

**Cuadro 12.** Normas teóricas de riego (calculada para un LIHP al 75% del LSHP)

Prof. cm.	LSHP	D. apar. kg/dm <sup>-3</sup>	LSHP % Volumen	LIHP 75% del LSHP	Reservas de	Normas teóricas de riego (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
	%				Humedad m <sup>3</sup> ha	0-20	0-50	0-100
0-18	40	1.19	857	643	214	233	524	1094
18-45	40	0.94	1015	761	254			
45-70	40	1.13	1130	848	282			
70-100	40	1.15	1380	1035	345			

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede plantear que los suelos Feozems de esta región se caracterizan además por tener un pH que varía desde 5.49 hasta 6.47; siendo mas alto en los suelos bajo bosques y bajo cacao de muchos años. También se destacan por un alto contenido en magnesio, sodio y potasio; en este último caso, es muy alto en casi todos los suelos Feozems. En cuanto al contenido de fósforo asimilable estos suelos se comportan de la forma siguiente:

- Perfil F-7 bajo pastos saboya: bajo en todo el perfil.
- Perfil F-10 bajo cacao de 3 años: bueno en superficie, medio en parte media y bajo en profundidad.
- Perfil F-3, bajo cacao de 30 años: bajo en todo el perfil.
- Perfil F-2, bajo cacao de 100 años: bajo en la parte superior y medio en la inferior.
- Perfil F-8, bajo bosques secundarios: medio en la parte superior y bajo en la inferior.
- Perfil F-5, bajo bosques primarios: medio en la parte superior y bueno en el resto del perfil.

Con respecto al contenido de materia orgánica en los suelos Feozems es muy alto en los suelos bajo bosques (mayor de 5,8% en el horizonte superior), alto en los suelos bajo cacao de muchos años y de 3 años (mayor de 4%) y medio en el perfil F-7 con el calificativo ántrico (3.69%).

**Suelos Cambisoles.-** Su formación se produce por la degradación de los suelos Feozems, ya que han perdido la presencia del horizonte mólico en superficie, por lo cual se clasifican por la presencia de un horizonte B cámbico, de color pardo muy característico. En este Grupo Referencial de Suelos se clasifican los perfiles F-4 y F-6.

Los Cambisoles se caracterizan por ser de perfil A-B-CR, sin un horizonte mólico en superficie y presencia de un B cámbico, siendo de poco a medianamente profundos. Por lo general están erosionados. El perfil F-4, está muy erosionado, con un horizonte A de apenas 5 cm y en parte con el B aflorando en superficie; y el otro perfil (F-6), ha estado bajo el proceso erosivo que ha llevado a la pérdida de 10 a 15 cm del horizonte A. Por otro lado, es notable en ambos perfiles la poca a mediana profundidad del suelo con presencia de fragmentos de roca desde la parte media a la inferior del perfil. En el Cuadro 13 se muestran los datos analíticos de los dos perfiles estudiados (Perfiles 4 y 6).

**Cuadro 13.** Propiedades del perfil 4

Prof. cm.	pH H <sub>2</sub> O	Textura	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Asim. mg/100g	K <sub>2</sub> O Asim mg/100g	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Suma Cmol kg <sup>-1</sup>
0 – 11	6.6	Franco	2.54	136.8	1.01	4,37	2,92	8,3
11 – 48	5.64	Franco	1.26	144.1	7.93	4,07	3,08	15,08
48 – 82	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0

**Cuadro 14.** Contenido y reservas del carbono en el perfil 4

Prof. cm.	MO	C	W	D. apar.	Reservas de C	Reservas de C en Mg ha <sup>-1</sup>		
	%	%	%	kg/dm <sup>-3</sup>	Mg ha <sup>-1</sup>	0 -20	0-50	0-100
0 – 11	3.51	2.04	32	1.14	25.6	41	92	nd
11 – 48	3.1	1.8	29.7	0.94	62.6			
48 – 82	nd	nd	nd	nd	nd			



**Cuadro 15.** Normas teóricas de riego (calculada para un LIHP al 75% del LSHP), en el perfil 4

Prof. cm.	LSHP	D. apar.	LSHP %	LIHP 75%	Reservas de Humedad	Normas teóricas de riego (m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup> )		
	%	Kg*dm <sup>-1</sup>	Volumen	del LSHP	m <sup>3</sup> *ha <sup>-1</sup>	0-20	0-50	0-100
0 – 11	40	1.14	502	377	125	215	491	nd
11 – 48	40	0.94	1466	1100	366			
48 – 82	nd	nd	nd	nd	nd			

**Cuadro 16.** Propiedades del perfil 6

Prof. cm.	pH H <sub>2</sub> O	Textura	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Asim. mg/100g	K <sub>2</sub> O Asim mg/100g	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Suma Cmol kg <sup>-1</sup>
0 – 5	6.33	Franco	1.72	189.7	7.86	4.11	4.05	16.02
5 – 20	6.37	Franco	2.47	100.2	8.98	6.22	2.14	17.34
20 – 38	6.64	Franco arcilloso	1.42	119.8	11.25	3.89	0.26	15.4
38 – 75	5.56	nd	1.56	124.3	11.84	5.18	2.66	19.68

**Cuadro 17.** Contenido y reservas del carbono en el perfil 6

Prof. cm.	MO. %	C %	W %	D. apar. kg/dm <sup>-3</sup>	Reservas de C Mg ha <sup>-1</sup>	Reservas de C en Mg ha <sup>-1</sup>		
						0 -20	0-50	0-100
0 – 5	3.31	1.92	30.3	1.23	11.8	37	nd	
5 – 20	2.73	1.58	29.9	1.05	24.9			
20 – 38	2.24	1.3	45.4	nd	nd			
38 – 75	0.54	0.31	41.5	nd	nd			

**Cuadro 18.** Normas teóricas de riego (calculada para un LIHP al 75% del LSHP) para el perfil 6

Prof. cm.	LSHP %	D. apar. kg/dm <sup>-3</sup>	LSHP % Volumen	LIHP 75% del LSHP	Reservas de Humedad m <sup>3</sup> ha	Normas teóricas de riego (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
						0-20	0-50	0-100
0 – 5	40	1.23	246	185	61	218	nd	
5 – 20	40	1.05	630	473	157			
20 – 38	40	nd	nd	nd	nd			

De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo comprobar que los suelos evaluados tienen un contenido mediano a bajo en materia orgánica y el pH se encuentra entre valores de 6.0-6.5. Al igual que los suelos Feozems tienen un buen contenido en bases de sodio, magnesio y potasio cambiables. El potasio asimilable es alto en los dos perfiles; mientras que el de fósforo asimilable es bajo en ambos. Las reservas de carbono resultan más bajas que en los suelos Fezoems.

**Suelos Fluvisoles.-** Los Fluvisoles, como su nombre lo indica, son suelos formados por procesos fluviales, que resultan depósitos de material terrígeno que se sedimenta en las partes más bajas del relieve. Se caracterizan por presentar horizontes A, enterrados por sedimentaciones y por tener diferencias en la distribución de partículas por el perfil. En la investigación se tomaron las descripciones y caracterización de dos perfiles F-1 y F-9.

Los suelos Fluvisoles son formados por varias capas de sedimentación; es notable en el

perfil F-9 la sedimentación de diferentes tipos de gravas y piedras por el perfil; mientras que en el perfil F-1 hay un horizonte A enterrado. Ellos se caracterizan además por tener un horizonte A bueno, muchas veces mólico, que ha sido transformado ya sea por el cultivo o por el sobrepastoreo.

En las áreas del perfil F-1 se tomaron muestras de la densidad aparente en varias parcelas alrededor, y se pudo apreciar el efecto morfológico que provoca el sobrepastoreo en la capa superior del suelo, disminuyendo el contenido en materia orgánica y compactando el suelo.

**Cuadro 19.** Propiedades del perfil F-1

Prof. cm.	pH H <sub>2</sub> O	Textura	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Asim. mg/100g	K <sub>2</sub> O Asim mg/100g	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> Cmol kg <sup>-1</sup>	K <sup>+</sup>	Suma
0 – 25	6.93	Franco	2.06	138.30	7.99	2.74	2.96	13.69
25 – 50	6.51	Franco	208	151.50	7.84	4.86	3.24	15.94
50 – 88	6.65	Franco arcilloso	1.79	70.70	5.61	4.36	1.51	11.48
88 - 128	nd	Arcilloso	nd	nd	nd	nd	nd	nd

**Cuadro 20.** Contenido y reservas del carbono en el perfil F-1

Prof. cm.	MO. %	C %	W %	D. apar. kg/dm <sup>-3</sup>	Reservas de C		Reservas de C en Mg ha <sup>-1</sup>		
					Mg ha <sup>-1</sup>	0 -20	0-50	0-100	
0 – 10	3.12	1.81	30.5	1.06	19.2	43	90	113	
10 – 25	3.12	1.81	29.3	1.31	35.6				
25 – 50	0.98	0.57	32.8	1.42	34.8				
50 – 88	2.27	1.32	34.5	1.3	65.2				
88 - 128	1.25	0.73	32.6	1.55	44.9				

**Cuadro 21.** Normas teóricas de riego (calculada para un LIHP al 75% del LSHP) del perfil F-1

Prof. cm.	LSHP %	D. apar. kg/dm <sup>-3</sup>	LSHP % Volumen	LIHP 75% del LSHP	Reservas de Humedad m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Normas teóricas de riego (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )		
						0-20	0-50	0-100
0 – 10	37	1.06	392	294	98	219	635	1233
10 – 25	37	1.31	727	545	182			
25 – 50	40	1.42	1420	1065	355			
50 – 88	40	1.3	1976	1482	402			
88 - 100	40	1.55	744	558	186			

Los datos analíticos demuestran valores de pH entre 5.9 y 6.5, un contenido en materia orgánica de medio (entre 3 y 4%), cantidades apreciables de magnesio, sodio y potasio cambiante, alto en potasio asimilable y bajo a medio en fósforo asimilable. Estos suelos por encontrarse en los relieves más bajos y más

estables representan el fondo de tierras más asequibles para la producción de alimentos de los agricultores de la región. Precisamente, en la parte del perfil F-1 se vienen haciendo labores agroecológicas probando productos biológicos en el desarrollo del cultivo del maíz.

## **CONCLUSIONES**

En la zona estudiada se clasificaron tres Grupos Referenciales de Suelos (Feozem, Cambisol y Fluvisol), los que se forman en relación con las condiciones naturales de la región y antrópicas.

En el trabajo que se presenta se realiza la caracterización morfológica, así como las propiedades físicas y químicas de los grupos de suelos referenciales.

De acuerdo con los resultados obtenidos se aprecia que los suelos Feozems son los de mejor calidad y que los Cambisoles se han formado por la evolución del suelo Feozem debido al uso agrícola continuado.

## **LITERATURA CITADA**

FAO, 2009: Guía para la descripción de suelos. FAO. Cuarta edición. FAO, Roma, p 89.

FAO, 2012: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la microcuenca Membrillo. Oficina Regional de la FAO, Calceta, Manabí, Ecuador, p 60.

Hernández, A., J. Paneque, J.M. Pérez, E. Fuentes, 1995. Metodología para la cartografía detallada y evaluación integral de los suelos. Instituto de Suelos, Ministerio de Agricultura de Cuba. p 45.

IUSS, Working Group, WRB, 2008. Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos 103. FAO, 2008. p 117.

Munsell, Color 2010. Munsell Soil – Color Charts with genuine Munsell color chips. Revised.

Year, 2009. Production Soil Survey Staff, 2010: Claves para la Taxonomía de Suelos. Versión en español. Oncena edición. USDA. p 338.