



PROYECTO FONDOCYT 2015:

Medición, cuantificación y opciones de mitigación de gases con efecto invernadero (Óxido nítrico y metano entérico) emitidos por la ganadería dominicana que influyen en el cambio climático”

Caracterización de suelos dedicados a la producción ganadera de República Dominicana

Pedro Antonio Núñez Ramos e Isidro Almonte

Colaboradores: Gregorio García Lagombra, Víctor Asencio y Joaquín Caridad del Rosario.



REPÚBLICA DOMINICANA

Agosto, 2020

PROYECTO FONDOCYT 2015:

Medición, cuantificación y opciones de mitigación de gases con efecto invernadero (Óxido nitroso y metano entérico) emitidos por la ganadería dominicana que influyen en el cambio climático”

Caracterización de suelos dedicados a la producción ganadera de República Dominicana

*Pedro Antonio Núñez Ramos e Isidro Almonte
Colaboradores: Gregorio García Lagombra, Víctor Asencio
y Joaquín Caridad del Rosario.*

REPÚBLICA DOMINICANA
Mayo, 2020

El material consignado en esta publicación puede ser reproducido por cualquier medio, siempre y cuando no se altere su contenido. El Instituto Dominicano de investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf) agradece a los usuarios incluir el crédito correspondiente en los documentos y actividades en los que se utilice.

Cita correcta:

Núñez, PA; Almonte, I. García, G.; Asencio, V. y Caridad, J. 2020. Caracterización de suelos dedicados a la producción ganadera de República Dominicana. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). Santo Domingo, DO. 40 p.

AGRIS: F01

Descriptor: Ganadería; Pastura, República Dominicana, Suelo.

ISBN: 978-9945-448-09-2

Investigadores:

Pedro Antonio Núñez Ramos,
Isidro Almonte
Investigadores Centro Norte del Idiaf

Colaboradores:

Gregorio García Lagombra,
Víctor Asencio y
Joaquín Caridad del Rosario
Investigadores del CPA del Idiaf)

Revisión:

Comité Técnico Centro Producción Animal:
Víctor Asencio, José Choque López y Joaquín Caridad del Rosario.

Maquetación y diseño:

Gonzalo Morales

Fotografías:

Pedro Antonio Núñez Ramos e Isidro Almonte

Fotografías de portada:

Pedro Antonio Núñez

Agosto 2020



Contenido

4 PRESENTACIÓN

7 1. Introducción General

9 CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL SUELO DEDICADO A LA PRODUCCIÓN GANADERA DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, IDIAF

- 9 1. INTRODUCCIÓN
- 10 2. METODOLOGÍA
- 11 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
- 17 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 17 5. AGRADECIMIENTOS
- 17 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

21 CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL SUELO MANEJADO BAJO PASTOREO DE BOVINO LECHERO EN CASA DE ALTO, PIMENTEL, IDIAF

- 21 1. INTRODUCCIÓN
- 22 2. METODOLOGÍA
- 23 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN
- 29 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- 29 5. AGRADECIMIENTOS
- 30 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS
- 31 7. ANEXOS



PRESENTACIÓN

El Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), se complace al poner en mano de los productores de ganado, profesionales agropecuarios, tomadores de decisiones y público en general, la presente publicación sobre “Caracterización de suelos dedicados a la producción ganadera de la República Dominicana”. Las informaciones contenidas en el documento son el resultado de un año de estudio, mediante la recopilación de informaciones de suelo en campo y resultados de laboratorio.

En la República Dominicana se han realizado varios estudios de suelo en café (Idiaf 2010; Núñez *et al.* 2011), arroz (Jiménez y Núñez 2015), vegetales (López *et al.* 2014), zonas mineras (Pérez *et al.* 2012), suelos y sustratos provenientes de invernaderos (Núñez *et al.* 2012), enmiendas orgánicas (Pérez *et al.* 2008), entre otros estudios. En el área de ganadería, se dispone de caracterizaciones de sistemas ganaderos (Cuevas y Núñez 2014), sin embargo en las provincias de Duarte y Santo Domingo Este, no se dispone de información detallada sobre las propiedades de los suelos dedicados a la producción ganadera, razón por la cual esta publicación suministra información de importancia para los productores de ganado y su relación con pastos productivos.



En el documento, se reportan los resultados de dos investigaciones en dos provincias con producción ganadera de la República Dominicana: 1. Caracterización física, química y biológica del suelo de la parcela ubicada en Pedro Brand, Centro de Producción Animal, Idiaf y 2. Caracterización física, química y biológica del suelo manejado bajo pastoreo de bovino lechero en Casa de Alto, Pimentel, Idiaf. En cada documento se presenta una introducción, materiales y métodos, resultados y discusión, conclusiones y recomendaciones de manejo de estos suelos. Es el deseo que, en base a su nivel de detalles, las informaciones presentadas permitan a los tomadores de decisiones, productores y profesionales del agro mejorar el manejo de los sistemas de producción ganadera en base a las propiedades de los suelos y las recomendaciones para un manejo sostenible.

*Ingeniero Rafael Pérez Duvergé
Director Ejecutivo Idiaf*



I. Introducción General

La caracterización de suelos en la República Dominicana se inicia con el primer estudio y su posterior publicación realizada por la Organización de Estados Americanos (OEA), donde se incluyeron diversos mapas temáticos como, capacidad productiva, zonas de vida, regiones geomorfológicas y otras. En República Dominicana, en 1967, se generó el primer mapa de suelo (1:250.000), de la OEA (Organización de Estados Americanos). Según Gardi *et al.* (2014), en el país no hay mapas en detalle ni sobre propiedades químicas, físicas o biológicas. En 1973 se inician los estudios de suelos y aguas a niveles más detallados en el país. Se deben destacar los trabajos realizados por las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA) y el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (SEA 1985).

Las alternativas para mejorar la deficiencia de informaciones de suelo en zonas de cultivo, es fundamentarse en una caracterización de los suelos. Con ello, el productor podría mejorar aspectos relacionados al manejo. Esto podría contribuir a mejorar los rendimientos y la calidad de las pasturas.

En el caso, de los suelos dominicanos, Gardi *et al.* (2014), reportan que los usos más importantes del suelo en la República Dominicana son: forestal (41 %), tierra arable (26 %) y pastos (25 %). Los suelos dedicados a la ganadería varían de una región a otra y el estatus nutricional podría ser diferente, siendo en muchos casos dependiente de la fertilización aplicada, material parental existente y manejo. Por ejemplo, en estudio realizado en Cuba en cinco unidades de producción de dos agroecosistemas ganaderos, se concluye que independiente del agroecosistema se encontraron porcentos de muestras de suelo deficientes de minerales y con gran variabilidad (Noval-Artiles *et al.* 2014).

En República Dominicana se han realizado varias caracterizaciones de suelo en cafetales (Idiaf 2010; Martínez *et al.* 2010; Núñez *et al.* 2011), en arroz (Jiménez y Núñez 2015), vegetales (Almonte *et al.* 2010; López *et al.* 2014), zonas mineras (Pérez *et al.* 2012), suelos y sustratos provenientes de invernaderos (Núñez *et al.* 2012), enmiendas orgánicas (Pérez *et al.* 2008), entre otros estudios, así como la caracterización de suelos en la zona transfronteriza República Dominicana y Haití (Pastor *et al.* 2010). En el área de ganadería, se dispone de caracterizaciones de sistemas ganaderos en las provincias La Vega y María Trinidad Sánchez (Cuevas y Núñez 2004; Mercedes, 2004), sin embargo en las provincias de Duarte y Santo Domingo Este, no se dispone de caracterizaciones de los suelos dedicados a la producción ganadera, razón por la cual esta publicación suministra información de importancia para los productores de ganado y su relación con pastos productivos.

Las dos investigaciones presentadas en esta publicación fueron realizadas en las provincias de Santo Domingo Oeste y Duarte, ambas en estaciones Experimentales del instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (Idiaf). La finalidad fue determinar las características físicas, químicas y biológicas de suelos dedicados a la producción de ganado en dos provincias de República Dominicana y con esto, generar información para explicar las emisiones de N_2O y CH_4 en estos suelos, dando respuesta a los proyectos: FONTAGRO FTG-RF-I028-RG “Cambio climático y ganadería: Cuantificación y opciones de mitigación de las emisiones de metano y óxido nitroso de origen bovino en condiciones de pastoreo” y FONDOCYT 2015: Medición, cuantificación y opciones de mitigación de gases con efecto invernadero (Óxido nitroso y metano entérico) emitidos por la ganadería dominicana que influyen en el cambio climático.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL SUELO DEDICADO A LA PRODUCCIÓN GANADERA DEL CENTRO DE PRODUCCIÓN ANIMAL, IDIAF

Pedro Antonio Núñez Ramos (Investigador Titular Centro Norte, Idiaf)

Isidro Almonte (Investigador Asociado, Centro Norte, Idiaf)

I. INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana, la agricultura y la ganadería representan un 8 % del PIB, un 14 % de la fuerza laboral y aporta alrededor de un cuarto de las exportaciones (CODESPA 2014). En el país existen aproximadamente 2,000,000 cabezas bovinas, 265,000 ovinos y caprinos; 180,000 equinos (Caridad *et al.* 2004), sin embargo, estos datos difieren un poco con lo reportado por Valerio (2008).

En la Línea Noroeste del país, los productores no fertilizan praderas y por lo tanto, la oferta de forraje es limitada, con efectos en los rendimientos del ganado. En ovino y caprino estos valores son entre un 90-96 % (Valerio *et al.* 2010). Por ejemplo Wagner *et al.* (2018), los ganaderos de Santiago Rodríguez no hacen análisis de suelo, en Montecristi muy pocos y en Valverde ninguno, estos resultados podrían explicar la razón de la no fertilización de los suelos.

La ganadería es una actividad productiva creciente en el área que ocupa a nivel global. La ganadería tiene impactos importantes sobre las propiedades del suelo. La fertilidad es la forma indirecta de medir la capacidad de producción de suelos y la manera clásica de medirla ha sido a través de la caracterización química y física (Siavosh y Gómez 2000). La ganadería puede jugar un papel importante en el mantenimiento de la fertilidad del suelo. En el caso de las actividades biológicas del suelo, estas son afectadas por el flujo de materia orgánica (MO), así como las emisiones generadas. Por ejemplo, ganadería tiene impactos sobre las propiedades del suelo, que han sido demostradas, en los reportes de Amézquita y Pinzón (1991).

El Idiaf en el marco del proyecto FONTAGRO FTG-RF-1028-RG “Cambio climático y ganadería: Cuantificación y opciones de mitigación de las emisiones de metano y óxido nitroso de origen bovino en condiciones de pastoreo” y la actividad de “Mediciones de emisiones de óxido nitroso en suelos con bovinos en condiciones de pastoreo en República Dominicana”, realizó la caracterización de algunos suelos y su relación con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Actualmente, en el país se han realizado varias caracterizaciones de suelo en varios cultivos agrícolas como fue presentado en varios estudios (Almonte *et al.* 2010; López *et al.* 2014; Núñez *et al.* 2011; Núñez *et al.* 2012; Pérez *et al.* 2008; Pérez *et al.* 2012) y sistemas ganaderos (Cuevas y Núñez 2004; Mercedes, 2004), sin embargo en la provincia de Santo Domingo Oeste, no se dispone de este tipo de estudios en zonas ganaderas, razón por la cual esta publicación suministra información de importancia para los productores de ganado en zonas de producción de Santo Domingo Oeste. Para realizar la actividad de caracterizar el área de suelo se hizo una calicata, separándose los horizontes y se procedió a tomar muestras de suelo de cada horizonte del perfil, las que fueron analizadas en diferentes laboratorios.

2. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

La investigación se realizó en el Centro de Producción Animal (CPA) del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), ubicado en el km 24 de la Autopista Duarte en Pedro Brand de Santo Domingo Oeste. Se localiza en los 18° 31' Latitud Norte y 70° 05' Longitud Oeste a 90 msnm. La temperatura promedio anual es de 25 °C con humedad relativa promedio de 80 % y precipitación promedio anual de 1800 mm. El suelo es de reacción ácida (pH de 5.7). Ecológicamente la zona de vida corresponde a bosque húmedo subtropical con una extensión aproximadamente de 81.25 hectáreas. La lectura del perfil se realizó el 24 de julio del 2013.

2.2 Características de suelo

A cada muestra se le determinó los siguientes parámetros químicos, físicos y biológicos.

2.2.1 Propiedades químicas del suelo

Se analizó el pH, materia orgánica (MO) en %, conductividad eléctrica (CE) en mmhos/cm, contenidos de fósforo (P) en ppm. Los cationes intercambiables (Mg, Ca, K, y Na) en meq/100 g ss y la acidez (H+Al) meq/100 g s. Los micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu) en ppm, las relaciones Ca/Mg, Mg/K y Ca+ Mg/K, capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) en meq/100 g y % saturación de bases (PSB). Estos análisis se realizaron de acuerdo a las metodologías aplicadas en el laboratorio CENTA-IDIAF en base a lo reportado por Núñez *et al.* (2011).

2.2.2 Propiedades físicas del suelo

Se analizó textura (%), color mediante Tabla Munsell, estructura por observación de agregados, porosidad (%), capacidad de campo y punto de marchitez permanente (atmosfera) y saturación (%).

2.2.3 Propiedades biológicas del suelo

Se determinaron poblaciones totales de bacterias, hongos y actinomicetes, por la (metodología recuento directo por dilución en Plato Petri (Clark 1965) y los resultados se expresan en log UFC/g. Además, se determinó la población de nematodos.

2.3 Manejo de las muestras

Se tomaron en total cuatro muestras de suelos en el perfil (una muestra por horizonte) y se dividieron en tres porciones para los análisis físicos, químicos y biológicos. Se tomó una muestra de 2 kilos de suelo, de la cual se separaron 0.5 kg para el análisis microbiológico. Estas fueron debidamente identificadas en bolsas plásticas y colocadas en una hielera a 4 °C hasta su envío al laboratorio. La porción restante de 1.5 kg de la muestra se dividió y se enviaron al laboratorio del INDRHI para el análisis físico y la otra porción fue enviada al laboratorio del CENTA (del Idiaf) para análisis químico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estos suelos pertenecen a la Unidad Regional de Planificación (URP II) que se caracterizan por ser moderadamente profundos, bien drenados, textura franco arcillosa, moderada capacidad de disponibilidad de agua, usados para la producción de pastos. Pertenecen a la Asociación de suelos aluviales reciente y al orden Vertisol. Se encuentran cerca de Santo Domingo y San Cristóbal en áreas de llanuras costeras, se caracterizan por ocupar áreas de colinas, quebradas erosionadas y valles con pendientes menores de 15 %. Clima moderadamente húmedo con una estación seca marcada en el primer trimestre. La precipitación anual es de alrededor de 1,500 mm y la temperatura anual varía de 22 a 27 °C, con poca variación estacional (SEA 1985).

La vegetación fue aparentemente bosque de hojas anchas caedizas, las cuales incluyen especies de árboles con valor comercial. La caña de azúcar se cultiva en grandes áreas con un nivel de tecnología relativamente alto. Esta es relativamente productiva, aunque la restringida capacidad de almacenamiento de humedad natural, superioridad de los suelos y las moderadas pendientes la hacen más aptas para pastos y cultivos menores (SEA 1985).

3.1 Descripción del perfil de suelo

En términos físicos (Tabla 1), presenta un epipedón (horizonte superficial) de 20 cm (0-20 cm) de profundidad de color marrón amarillento (10YR5/6) en húmedo, textura arcillosa, estructura bloques pequeños y débiles, raíces abundantes y finas, materia orgánica alta, buena actividad biológica. Presencia de algunas piedras pequeñas y concreciones de color rojizo, límite claro y plano, no reacción al HCl, pH 5.7. Luego presenta un horizonte de 15 cm de espesor (20 - 35 cm), color marrón grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques pequeños y débiles, presencia de raíces moderadas y finas. Materia orgánica moderada y moderada actividad biológica. Presenta concreciones de color rojizo. Límite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 4.7.

A continuación en la figura 1 se muestra un horizonte de 10 cm de espesor (35-45 cm), color marrón oscuro amarillento (10YR4/4) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques medios y débiles. Raíces moderadas y finas, actividad biológica moderada, con concreciones color rojizo, límite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 5.9. Luego de este presenta un horizonte de 15 cm de espesor (45 - 60 cm), color muy oscuro marrón grisáceo (10YR3/2) en húmedo, textura limosa, estructura en bloques medianos y débiles. Raíces pocas y finas, materia orgánica baja, actividad biológica baja. Limite claro y plano. No reacción a HCl y pH de 6.5. Finalmente, sobre los 60 cm presenta un horizonte color marrón amarillento (10YR5/6) en húmedo, textura limosa, sin estructura, raíces ausentes. No reacción a HCl y pH de 6.6.

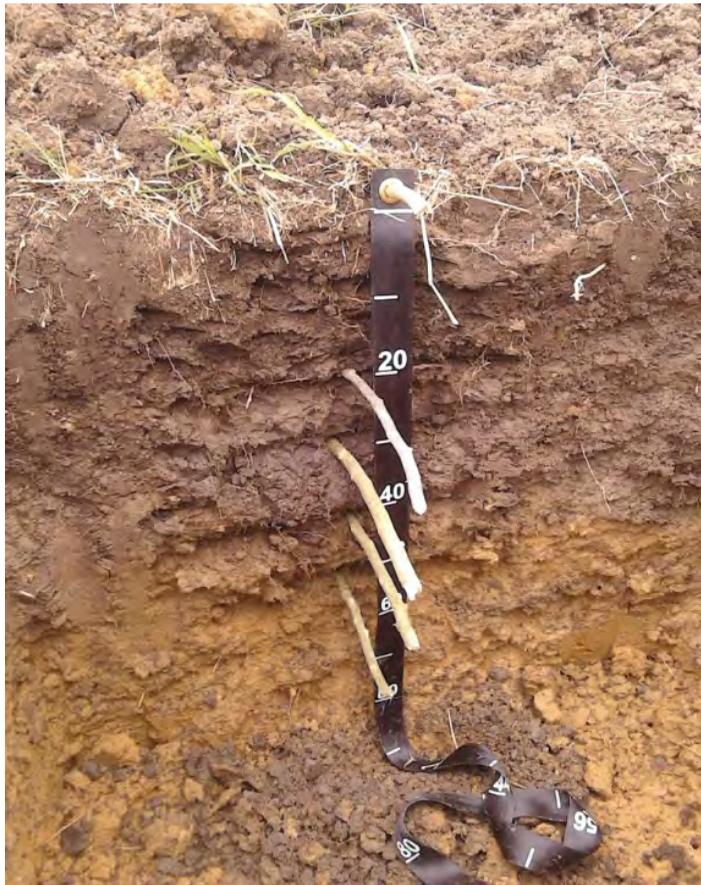


Figura 1. Perfil de suelo Pedro Brand, Centro Producción Animal.

Tabla 1. Descripción del Perfil de suelo Pedro Brand, Centro Producción Animal.

Número de perfil	I
Propietario	Producción Animal
Localización	Pedro Brand de Santo Domingo Oeste
Coordenadas	Latitud 18°31'52" y longitud:69° 59'1"
Altitud	31 msnm
Fisiográfica	Ligeramente plana
Relieve	Ligeramente plano
Pendiente	1-5 %
Material Parental	Caliza
Vegetación natural	Mango, Javilla
Uso de la tierra	Pasto
Erosión	Nula
Pedregosidad y/o Rocosidad	Ninguna
Drenaje natural	
Fecha	Lento
Orden de suelo	24/07/2013 Vertisol
Profundidad	Características
0-20 cm	Color marrón amarillento (10YR5/6) en húmedo, textura franco arcillosa, estructura bloques pequeños y débiles, raíces abundantes y finas, materia orgánica alta, buena actividad biológica. Presencia de algunas piedras pequeñas y concreciones de color rojizo, límite claro y plano, no reacción al HCl, pH 5.7.
20-35 cm	Color marrón grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques pequeños y débiles, presencia de raíces moderadas y finas. Materia orgánica moderada y moderada actividad biológica. Presenta concreciones de color rojizo. Límite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 4.7.
35- 45 cm	Color marrón oscuro amarillento (10YR4/4) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques medios y débiles. Raíces moderadas y finas, actividad biológica moderada, con concreciones color rojizo, límite claro y plano. No reacción al HCl y pH de 5.9.
45- 60 cm	Color muy oscuro marrón grisáceo (10 YR3/2) en húmedo, textura arcillosa, estructura en bloques medianos y débiles. Raíces pocas y finas, materia orgánica baja, actividad biológica baja. Límite claro y plano. No reacción a HCl y pH de 6.5.
60+ cm	Color marrón amarillento (10YR5/6) en húmedo, textura arcillosa, sin estructura, raíces ausentes. No reacción a HCl y pH de 6.6.

3.2 Características físicas del perfil del suelo

En la Tabla 2, se puede apreciar que este perfil presentó un epipedón (horizonte superficial) de 20 cm de profundidad con una textura franco arcillosa, capacidad de campo de 29.61 %, punto de marchitez permanente de 16.97 %, saturación de 52 %, densidad aparente de 0.80 g/cm³ y una porosidad de 65 %. Como se puede apreciar este presenta contenido de arcilla, limo y arena equilibrado.

Tabla 2. Descripción de las características físicas del perfil de suelo Pedro Brand, Centro Producción Animal.

Profundidad (cm)	% de partículas			Textura	CC (%)	PMP (%)	Sat (%)	Da (g/cm ³)	Porosidad (%)
	Arena	Limo (%)	Arcilla						
0-20	36	30	34	FA	29.61	16.97	52	0.80	65
20-35	20	24	56	A	29.97	16.76	56	0.79	66
35-45	16	18	66	A	31.04	17.87	70	0.71	69
45-60	16	18	66	A	33.31	19.30	70	1.01	56
+60	6	22	72	A	33.56	19.45	152	1.04	55

FA = Franco arcillosa, A = Arcillosa, CC = Capacidad de campo, PMP = Punto de marchitez permanente, Sat = saturación, Da= Densidad aparente.

3.3 Características químicas del perfil del suelo

En términos químicos el epipedón (horizonte superficial) tiene 20 cm de profundidad presenta un pH de medianamente ácido de 5.7, sin problemas de sales con una CE de 0.2 mmhos/cm (Tabla 3). El calcio (Ca) presenta un contenido bajo de 4.5 meq/100 g de suelo (menos de 5 meq/100 g), el magnesio (Mg) se presenta alto con un contenido de 3.9 meq/100g (más de 1.5 meq/100 g). El potasio (K) se presenta elevado con un contenido de 0.6 meq/100 g (más de 0.45 meq/100 g), mientras que el sodio (Na) con 0.7 meq/100 g se presenta adecuado (menos de 1.25 meq/100 g).

La Capacidad de Intercambio de Cationes Efectiva (CICE) de 9.7 meq/100 g de suelo se presenta baja (menos de 10 meq/100 g de suelo). La relación Ca/Mg de 9.7 se presenta adecuada (entre 2 y 10), la Mg/K de 6.4 esta normal (entre 2-12), mientras que Ca+Mg/K (Tabla 3).

De 13.8 se presenta baja (menos de 15). El porcentaje de saturación (PS) de sodio (Na) fue de 7.5 %, siendo elevado (más de 5 %), mientras que el PSCa fue de 46.1 % se presenta bajo (menos de 60 %), el PSMg fue de 40.2 %, siendo elevado (más de 10 %) y el PSK fue de 6.3 %, siendo adecuado (entre 3 y 7 %), ver Tabla 3.

En relación a los micronutrientes el hierro (Fe) con contenido de 224.9 ppm se presenta elevado (más de 80 ppm), el manganeso (Mn) con contenido de 24.5 se presenta adecuado (entre 5 y 50), el cobre (Cu) con contenido de 6.0 se presenta adecuado (entre 1 y 6 ppm) y el zinc (Zn) con contenido de 1.0 se presenta bajo (menos de 10 ppm). El fósforo (P) presenta contenido muy bajo de 6.4 ppm (menos de 28 ppm), y la materia orgánica reporta niveles muy bajo de 0.2 % (menores 3.5 %), ver Tabla 3.

Tabla 3. Propiedades químicas de las muestras de suelo del perfil de Pedro Brand.

Propiedades químicas	Profundidad del suelo					Niveles deseables
	0- 20 cm	16-30 cm	30-47 cm	47-60 cm	+60 cm	
pH en agua (1:2)	5.7	4.7	5.9	8.5	6.6	5.8-6.8
CE (mmhos/cm)	0.2	0.1	0.6	0.1	0.1	<1.00
Ca (meq/100 g)	4.5	3.3	3.7	4.9	8.8	>5.00
Mg (meq/100 g)	3.9	6.1	8.3	10.1	20.3	>1.5
K (meq/100 g)	0.6	1.6	0.4	2.3	2.3	>0.45
Na (meq/100 g)	0.7	1.7	1.3	1.6	3.0	<1.25
CICE (meq/100 g)	9.7	12.7	13.7	18.8	34.4	10-40
Ca/Mg	1.1	0.5	0.5	0.5	0.4	2-10
Mg/k	6.4	3.8	18.8	4.5	9.0	2-12
Ca+Mg/K	13.8	5.9	27.1	6.6	12.8	15-60
PS-Na (%)	7.5	13.2	9.6	8.3	8.6	<5
PSCa (%)	46.1	26.2	26.8	25.9	25.6	60-85
PSMg (%)	40.2	47.9	60.4	53.8	59.2	10-20
PSK (%)	6.3	12.6	3.2	12.0	6.6	3-7
Fe (ppm)	224.9	81.4	73.1	45.5	14.8	20-80
Mn (ppm)	24.5	7.6	3.0	4.7	2.3	5-50
Cu (ppm)	6.0	3.8	3.7	2.7	2.7	1-6
Zinc (ppm)	1.0	0.1	0.1	0.2	0.2	3-10
P (ppm)	6.4	5.8	0.8	20.7	1.6	>28
MO (%)	0.2	1.5	1.8	0.7	5.7	3.5-6.5

P: Analizado por mehich-3; Materia orgánica: Walkley & Black; Ca, Mg, Na y K: acetato de amonio INpH7; pH: 1:2 (H₂O); CE: 1:2 (H₂O) en mS/cm= mmhos/cm. CE = conductividad eléctrica, Ca = calcio, Mg = magnesio, K = potasio, Na = sodio, CICE = Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva, PS = porcentaje de saturación, Fe = hierro, Mn = manganeso, Cu = cobre, Zn = zinc, P = fósforo, MO = materia orgánica

3.4 Características biológicas

En relación al número total de nemátodo (Tabla 4) se puede apreciar que en los primeros 20 cm estos alcanzan un total de 86, reduciéndose la cantidad con la profundidad del suelo.

Tabla 4. Número total de nemátodos a diferentes profundidades en el suelo.

Cantidad de nemátodos	Profundidad del suelo (cm)				
	0-20	16-30	30-47	47-60	+60
Cantidad de nemátodos	86	6	2	2	8

En relación a los grupos tróficos de nemátodos (Tabla 5), se observa que el grupo de mayor presencia en superficie es el grupo *Pratylenchus* con 75, grupo que es parásito de planta. Le siguen en orden de cantidad *Tylenchus* con 8 unidades grupo asociado a planta. A continuación, está el grupo *Xiphynema* con 6 unidades grupo que es parásito de planta. El grupo menos numeroso es el grupo predador de los Mononchida con presencia de un solo individuo.

Tabla 5. Grupo tróficos de nematodos en el suelo.

Grupos tróficos de nemátodos	Profundidad del suelo					Hábitos
	0- 20 cm	16-30 cm	30-47 cm	47-60 cm	+60 cm	
<i>Dorylaimida</i>	4	-	1	-	3	Omnívoro
<i>Mononchida</i>	1	-	-	-	-	Predador
<i>Pratylenchus</i>	75	11	2	6	3	Parásito de plantas
<i>Rhabditida</i>	6	-	-	-	1	Bacterívoro
<i>Tylenchus</i>	8	4	2	2	1	Asociado a plantas
<i>Criconema</i>	-	-	1	-	-	Bacterívoro
<i>Xiphynema</i>	6	1	-	-	2	Parásito de plantas
Totales	100	16	6	8	10	

- = ningún valor determinado.

En relación a las poblaciones de bacterias, hongos y actinomycetes (Tabla 6) se observa que el grupo más numeroso en superficie es el de los Actinomycetes con 27,000,000, las bacterias con 4,500,000 y la más baja corresponde a los hongos con 50,000.

Tabla 6. Poblaciones de bacterias, hongos y actinomycetes en el suelo.

Profundidad del suelo	Unidades Formadoras de Colonias (UFC)			Microorganismos (Log UFC/g)		Hongos y levaduras
	Bacterias	Actinomycetes	Hongos	Bacterias	Actinomycetes	
0-20 cm	mycetes	Hongos y levaduras	50,000	6.65	7.43	4.70
20-35 cm	1,000,000	2,000,000	25,000	6.00	6.30	4.40
35- 45 cm	4,000,000	13,000,000	20,000	6.60	7.11	4.30
45- 60 cm	-	500,000	45,000	-	5.70	4.65
+60 cm	-	-	15,000	-	-	4.18
Promedio	1,900,000	8,500,000	31,000	6.42	6.64	4.51

- = ningún valor determinado.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Los suelos en estudio son recomendables para la siembra de pastos y explotaciones ganaderas, ya que poseen fertilidad moderada a alta, pH ligeramente ácido a diversas profundidades y sin limitaciones físicas, esto lo podría ubicar en las categorías de uso I y II., presente poco desarrollo en términos de profundidad con textura dominante arcillosa y coloración marrón en diversas tonalidades. La mayor actividad del suelo en relación al número de nematodos se presentó en el epipedón, lo mismo ocurrió con relación al número de bacterias, actinomicetes y hongos, esto podría ser atribuido al flujo de residuos por efecto del corte provocado por el pastoreo.

Estos suelos pertenecientes al orden Vertisol, representativos de zonas húmedas del país dedicadas a la producción de ganado. Por lo tanto, las emisiones de N_2O que sean medidas bajo estas condiciones darán resultados que podrían pronosticar emisiones en dichas zonas y aplicables a regiones similares, aportando datos para los futuros inventarios nacionales de GEI en la República Dominicana.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda mejorar el sistema de drenaje de estos suelos, con la finalidad de reducir las emisiones de N_2O y permitir un mejor manejo de los animales en pastoreo sin dañar el suelo.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la dirección y personal de campo del Centro de Producción Animal del Idiaf por dar facilidades para la ejecución del estudio a nivel de campo. Los fondos para esta investigación fueron aportados por El Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), a través del Proyecto Fontagro FTG-RF-1028-RG Cambio Climático y Ganadería: Cuantificación y opciones de mitigación de las emisiones de metano y óxido nitroso de origen bovino en condiciones de pastoreo del año 2010.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almonte, I., Pérez, A., Avilés, E., Martínez, C., López, G., Núñez, P. 2010. Caracterización de suelos en la producción de vegetales en invernaderos. 46 Reunión anual de la Sociedad Caribeña de Cultivos Alimenticios (CFCS). Hotel Oasis Hamaca, Boca Chica, República Dominicana. DO. Julio 11 al 17, 2010. Proceeding of the Caribbean Food Society 46: 60-66.
- Amézquita, E., Pinzón A. 1991. Compactación de suelos por pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 13 (2): 21-26.

- Caridad, J.; Toribio, B.; García, G. Isidor, M. 2004. Estudio sobre la situación de los recursos zoo genéticos de la República Dominicana Ministerio de Agricultura-Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. República Dominicana.
- CODESPA. 2014. El sector agropecuario en República Dominicana. Consultado el 13 de julio de 2020. Disponible en: <https://www.codespa.org/blog/2014/01/22/el-sector-agropecuario-en-republica-dominicana/#:~:text=El%20sector%20agropecuario%20en%20República%20Dominicana%20tiene%20una%20considerable%20importancia,se%20dedican%20a%20este%20sector.>
- Clark, F.J. 1965. Agar-Plate Method for total microbial count Part 2. Chemical and microbiological properties. (D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger and F. E., Clark, eds.), Vol. 9, pp. 1460-1466. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin USA.
- Cuevas, B., Núñez, P. 2004. Caracterización del sistema de producción ganadero con árboles en la provincia La Vega. Agroforestería. Resultados de investigación. IDIAF I, 113-125.
- Gardi, C., Angelini, M., Barceló, S., Comerma, J., Cruz Gaistardo, C., Encina Rojas, A., Muñiz Ugarte, O. 2014. Atlas de suelos de América Latina y el Caribe. Luxembourg: Comisión Europea, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea, 2014.
- IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2010. Caracterización de suelos en zonas cafetaleras de la República Dominicana: Resultados de Investigación. Idiaf. Santo Domingo, DO. 125 p.
- Jiménez, F., Núñez, P. 2015. Impactos de sistemas de labranzas en la calidad de suelos arroceros. Revista agropecuaria y Forestal, APF. 4(1): 5-12.
- López, G., Almonte, I., Pérez, A., Sotomayor-Ramírez, D., Núñez, P.A. 2014. Caracterización biológica de suelos y sustratos empleados en la producción de vegetales en invernaderos. Revista Argentina de la Ciencia del Suelo, 32 (1): 29-39.
- Martínez, N., Núñez, P., Céspedes, C., Almonte, I., Pimentel, A. y 2010. Diagnóstico de la fertilidad de los suelos cafetaleros de la provincia Barahona, República Dominicana. 46 Reunión anual de la Sociedad Caribeña de Cultivos Alimenticios (CFCS). Hotel Oasis Hamaca, Boca Chica, República Dominicana. DO. Julio 11 al 17, 2010. Proceeding of the Caribbean Food Society 46: 234-243.
- Mercedes, J.U. 2004. Caracterización de fincas ganaderas en la provincia María Trinidad Sánchez. Agroforestería. Resultados de investigación. IDIAF I, 132-139.
- Noval-Artiles, E., García-Díaz, J. R., García-López, R., Quiñones-Ramos, R., & Mollineda-Tujillo, Á. (2014). Caracterización de algunos componentes químicos, en suelos de diferentes agroecosistemas ganaderos. Centro Agrícola, 41(1), 25-31.
- Núñez, P., Pimentel, A., Almonte, I., Sotomayor, D., Martínez, N., Pérez, A., C. Céspedes. 2011. Soil fertility evaluation of coffee (*Coffea spp.*) production systems and management recommendations for the Barahona province, Dominican Republic. Journal Soil Science and Plant Nutrition, 11 (1): 127 - 140.
- Pastor, J., Alexis, S., Vizcayno, C., Hernández, A. J. 2010. Estudio de la fertilidad y de los metales pesados en suelos de agroecosistemas tropicales de una zona transfronteriza de la República Dominicana-Haití. Revista de Ciencias Agrarias, 33(1), 150-162.

- Pérez, A., Céspedes, C., Núñez, P. 2008. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 8 (4), 10-29.
- Pérez, A., Céspedes, C., Almonte, I., Sotomayor-Ramírez., Cruz, E., Núñez, P. 2012. Evaluación de la calidad del suelo después de la fitorremediación de suelos minados en la República Dominicana. *Revista Terra Latinoamericana*. 30 (3) 201-211.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO). 1985. Características de los suelos de la República Dominicana. Departamento de Inventarios y Ordenamiento de los Recursos Naturales, Subsecretaría de Recursos Naturales. Proyecto MARENA, Santo Domingo, DO. 60 p.
- Siavosh, S., Rivera, J., Gómez, M. 2000. Impacto de sistemas de ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en los Andes de Colombia. *Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica*. FAO-CIPAV, Cali, Colombia, 77-95.
- Valerio, D., García, A., Acero, R., Perea, J., Tapia, M., Romero, M. 2010. Caracterización estructural del sistema ovino-caprino de la región noroeste de República Dominicana. *Archivos de zootecnia*, 59(227), 333-343.
- Valerio, C.D. 2008. Manejo y uso de pastos y forrajes en ganadería tropical. Universidad de Córdoba, 3-7.
- Wagner, B., Núñez, P., Ocarl, J., y Rosterline, N. 2018. Diagnóstico de las áreas de producción de pasturas en 36 fincas de la línea noroeste de la República Dominicana. *Revista Agropecuaria y Forestal*, APF 7(2): 37-40.



CARACTERIZACIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL SUELO MANEJADO BAJO PASTOREO DE BOVINO LECHERO EN CASA DE ALTO, PIMENTEL, IDIAF

Pedro Antonio Núñez Ramos (Investigador Titular, Director Centro Norte, Idiaf)

Isidro Almonte (Investigador Asociado, Centro Norte, Idiaf)

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto FONDOCYT del MESCyT 2015 “Medición, cuantificación y opciones de mitigación de gases con efecto invernadero (Óxido nitroso y metano entérico) emitidos por la ganadería dominicana que influyen en el cambio climático” y la actividad de “Caracterización física, química y biológica del suelo de la parcela ubicada en Casa de Alto en Pimentel (IDIAF)”, en el marco del objetivo específico 3, sobre “Medir y cuantificar las emisiones de óxido nitroso (N_2O) proveniente del suelo manejado bajo pastoreo con ganado bovino lechero”.

El proyecto inició en el 2016 con la realización de actividades de planificación, formulación de perfiles y gestión de fondos ante el MESCyT, así como la presentación del proyecto a los beneficiarios. En ese caso, el objetivo 3 requiere de una caracterización del suelo donde se miden las emisiones, así como un monitoreo continuo de propiedades de suelo como pH, temperatura, humedad y nitrógeno total en cada uno de los experimentos a realizar.

La agricultura contribuye con la mitad de las emisiones globales de dos de los más potentes gases de efecto invernadero (GEI) el óxido nitroso y el metano. El primero proviene de la deposición de orina por el ganado al igual que la aplicación de fertilizantes y el segundo de la fermentación entérica en la producción de la ganadería. Según datos de la FAO, la agricultura aporta más del 20 % de las emisiones globales de gas de efecto invernadero antropogénico.

En ese sentido, es fundamental la caracterización de los suelos y obtener mediciones puntuales de variables de suelo con efecto sobre las emisiones de N_2O . Para realizar la actividad se construyó un perfil de suelo, separándose los horizontes y se procedió a tomar muestras de suelo de cada horizonte del perfil, las cuales fueron analizadas en los laboratorios de Fertilizantes Dominicanos y Mata Larga del IDIAF.

2. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

La investigación se realizó en Casa de Alto Pimentel, del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), ubicado en la autopista San Francisco Macorís - Pimentel. Se en los 19°12' 56" LN y 070°07'56" LO a unos 52 msnm en promedio. La temperatura promedio anual es de 26.4 °C con humedad relativa varía entre un 40 a 100 % y precipitación promedio anual de 1800 mm.

2.2 Propiedades del suelo analizadas

A cada muestra se le determinó los siguientes parámetros químicos, físicos y biológicos.

2.2.1 Propiedades químicas del suelo

Se analizaron pH (1:2), materia orgánica (MO) en %, conductividad eléctrica (mmhos/cm), contenidos de fósforo (P) en ppm. Los cationes intercambiables potasio, calcio, magnesio y sodio (K, Ca, Mg y Na) en meq/100 ml de s. La acidez (H+Al) meq/100 ml s. Los micronutrientes hierro, zinc, manganeso y cobre (Fe, Zn, Mn, Cu) en mg/kg o ppm, las relaciones Ca/Mg, Mg/K y Ca+Mg/K, la Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE) en meq/100 ml y % saturación de bases (PSB) para K, Ca, Mg, Na y Al. Estos análisis se realizaron de acuerdo a las metodologías aplicadas en el laboratorio de Fertilizantes Químicos Dominicanos (Ferquido) y de conformidad con lo reportado por Núñez *et al.* (2011).

2.2.2 Propiedades físicas del suelo

Se determinaron textura (%) por el método manual, color en húmedo mediante el uso de la Tabla Munsell, estructura por observación de agregados, presencia de piedras y concreciones por observación visual, resistencia a la penetración con uso de penetrómetro, límites, presencia de raíces y humedad.

2.2.3 Propiedades biológicas del suelo

Se determinaron poblaciones totales de bacterias, hongos y actinomycetes (metodología recuento directo por dilución en Plato Petri (Clark 1965) y los resultados se expresan en log UFC/g. Además, se determinó la población de nemátodos.

2.3 Manejo de las muestras de suelo

Se tomó cuatro (4) muestras de suelo, una por horizonte y se dividieron en tres porciones para los análisis físicos, químicos y biológicos. Se tomó e 2 kilos de suelo por muestra, de esta muestra se separaron 0.5 kg para el análisis microbiológico, 0.5 kg para análisis físicos y 1 kg para análisis químico.

Las muestras biológicas fueron debidamente identificadas en una funda y puesta en una hielera a 4 °C hasta su envío al laboratorio. La porción restante de 1.5 kg se dividió y se enviaron al laboratorio de Fertilizantes Químicos Dominicanos, 0.5 kg para el análisis químico y la otra porción fue enviada al laboratorio de la estación Mata Larga del Idiaf para su análisis biológico y físico.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El perfil del suelo está ubicado en Casa de Alto Pimentel, provincia Duarte (Tabla 1, Figura 1), en los 19°12' 56" LN y 070°07'56" LO, a una altitud de 52 msnm.

3.1. Propiedades físicas del suelo

El suelo es clasificado como un Vertisol (SEA 1985), de conformidad con las propiedades de suelo descriptas en el estudio. Desde el punto de vista físico el perfil del suelo presenta un epipedón de 24 cm (0-24) de profundidad, color en húmedo muy grisáceo oscuro (10YR3/1), textura arcillosa, estructura en bloques grandes y fuertes. Raíces abundantes y finas, contenido de materia orgánica (MO) es alto con 5.23% y actividad biológica alta. Estos niveles altos de MO favorecen la actividad biológica, la cual es favorecida por los altos porcentajes de N-Total del suelo con 0.26%. En el horizonte no se observan concreciones ni piedras; no reacción al ácido clorhídrico (HCl), pH es ligeramente alcalino en agua 7.7 y neutro en CaCl₂, límite claro y plano y resistencia a la penetración de 3.5 kg/cm² (Tabla 1).

Un segundo horizonte de 10 cm (24-34) de profundidad, muestra color en húmedo marrón oscuro amarillento (10YR4/4), textura arcillosa (Tabla 1 y 2) y estructura en bloques medianos y débiles, con raíces escasas y finas. No presenta piedras ni concreciones. No reacción al HCl, pH en agua (1:2), moderadamente alcalino de 7.9 en agua y ligeramente neutro en CaCl₂, con límite ondulado y claro. Resistencia a la penetración de 1.25 kg/cm².

A continuación, presenta un horizonte de 10 cm (34-44) de profundidad, color en húmedo marrón oscuro amarillento (10YR4/4), textura arcillosa y estructura en bloques medianos y débiles. Presencia de raíces escasas y finas, sin presencia de piedras y concreciones. No reacción al HCl, pH ligeramente alcalino entre 7.4-7.9, con límite ondulado y claro. Resistencia a la penetración de 0.75 kg/cm².

Tabla 1. Descripción del perfil de suelo Casa de Alto, Pimentel, San Francisco de Macorís.

Número de perfil	I
Propietario	Idiaf
Localización	Casa de Alto, Pimentel, San Francisco de Macorís
Coordenadas	19Q0382516 LN y Y2124376 LO
Altitud	52 msnm
Fisiografía	Llanura del Valle del Cibao Oriental
Relieve	Plano
Pendiente	1-2 %
Material parental	Sedimentario
Vegetación o uso de la tierra	Bermuda
Erosión	No visible
Pedregosidad y/o rocosidad	No
Drenaje natural	Moderado
Fecha de lectura	22/03/2018
Orden de suelo	Vertisol
Profundidad	Características
0-24 cm	Color en húmedo muy grisáceo oscuro (10YR3/1), textura arcillosa, estructura bloques grandes y fuertes. Raíces abundantes y finas, contenido de materia orgánica (MO) bajo y actividad biológica alta. No presenta concreciones ni piedras; no reacción al ácido clorhídrico (HCl), pH de 7.0 en CaCl ₂ . Límite claro y plano, con resistencia a la penetración de 3.5 kg/cm ² .
24-34 cm	Color en húmedo marrón oscuro amarillento (10YR4/4), textura arcillosa y estructura en bloques medianos y débiles. Presencia de raíces escasas y finas. No presenta ni piedras ni concreciones. No reacción al HCl. pH de 7.9 en agua, con límite ondulado y claro. Resistencia a la penetración de 1.25 kg/cm ² .
34-44 cm	Color en húmedo marrón oscuro amarillento (10YR4/4), textura arcillosa y estructura en bloques medianos y débiles. Presencia de raíces escasas y finas. No presenta piedras y concreciones. No reacción al HCl y pH de 7.9 en agua con límite ondulado y claro. Resistencia a la penetración de 0.75 kg/cm ² .
+44 cm	Color en húmedo marrón oscuro amarillento (10YR4/6), textura arcillosa, estructura en bloques medianos y débiles. Raíces escasas y finas, MO y actividad biológica baja. No presencia de piedras ni de fragmentos rocosos. No reacción al HCl, pH de 7.0, con límite claro y ondulado. Resistencia a la penetración de 1.25 kg/cm ² .

Finalmente, en el perfil se observa un horizonte sobre los 44 cm de profundidad, color en húmedo marrón oscuro amarillento (10YR4/6), textura arcillosa, estructura en bloques medianos y débiles. Presencia de raíces escasas y finas, así como MO y

actividad biológica baja. No presencia de piedras y fragmentos rocosos. No reacción al HCl y presencia de pH ligeramente alcalino 7.2-7.6, con límite claro y ondulado. Resistencia a la penetración de 1.25 kg/cm².



Figura 1. Perfil de suelo Casa de Alto, Pimentel, San Francisco de Macorís.

En la tabla 2, se evidencia que el suelo es arcilloso variando con la profundidad, con porcentajes entre 42 y 68 % de arcilla, con menor proporción de arena (23-5 %) y luego limo con valores porcentuales de 35-27 %. Estos suelos son muy pesados y retienen el agua, dificultando las labores de manejo de los animales en temporadas húmedas.

Tabla 2. Porcentajes de arena, limo y arcilla de los horizontes del perfil de suelo de Casa de Alto, Pimentel, San Francisco de Macorís.

Código Horizonte (H)	Profundidad (cm)	Porcentajes (%)			Textura
		Arena (R)	Arcilla (A)	Limo (L)	
CIH1	0-24	23	42	35	Arcilloso
CIH2	24-34	17	50	33	Arcilloso
CIH3	34-44	15	56	29	Arcilloso
CIH4	+44	5	68	27	Arcilloso

C= calicata.

3.2. Propiedades químicas del suelo

Desde el punto de vista físico-químico (Tabla 3), el epipedón presenta un contenido de MO adecuado de 5.23 % (entre 3.5 y 7 %). El pH en CaCl_2 de 7.0 (neutro). Conductividad eléctrica (CE) adecuada de 0.48 mmhos/cm, fósforo (P) elevado con contenido de 103 ppm (más de 50 ppm) y nitrógeno total de 0.26 a 0.27 %.

En relación a los cationes cambiables, el potasio (K) es elevado de 3.75 meq/100 ml (más de 2 meq/100 ml), el calcio (Ca) es adecuado con 17.95 meq/100 ml (más de 30 meq/100 ml), el magnesio (Mg) es adecuado con 8.34 meq/100 ml (entre 1.5 y 10), el sodio (Na) es adecuado con 0.47 meq/100 ml (menos 2 meq/100 ml) y la capacidad de intercambio de cationes efectiva (CICE) es adecuada con 30.52 meq/100 ml (entre 7 y 40 meq/100 ml).

De los micronutrientes, el hierro (Fe) esta adecuado con 95.00 ppm (entre 10 y 100 ppm), el zinc (Zn), está adecuado con 8.10 ppm (entre 3 y 15 ppm), el manganeso (Mn) está bajo con 7.00 ppm (menos de 10 ppm) el cobre (Cu) esta adecuado con 8.40 ppm (entre 3 y 15 ppm).

El PSK está alto con 12.30 % (más de 3 %), el PSCa está bajo con 58.90 % (menos de 60 %), el PSMg está elevado con 27.30 % (mayor de 20 %) y el PSNa está adecuado con 1.50 % (menos de 5 %).

La relación calcio/magnesio (Ca/Mg) es adecuada de 2.20 (entre 2 y 4), la de magnesio/potasio (Mg/K), es baja de 2.20 (menor de 3) y la calcio + magnesio/potasio (Ca+Mg/K) de 7.00 es baja (menos de 10).

En general el pH del suelo es ligeramente alcalino a neutro, con un nivel bajo de sales. Los resultados de los análisis químicos de los demás horizontes son presentados en la tabla 3, donde se evidencia un cambio en los niveles nutricionales y variables evaluadas con la profundidad. Las emisiones de gases se producen principalmente en el epipedón y por esto no describen químicamente los demás horizontes. Otros detalles del perfil y sus horizontes son presentados en la tabla 1.

Tabla 3. Propiedades químicas del perfil de suelo Casa de Alto, Pimentel, San Francisco de Macorís.

Propiedades del suelo	Profundidad/niveles (cm)				Niveles deseables
	0-24	24-34	34-44	+44	
Materia orgánica (MO)%	5.23	2.95	1.34	0.84	3-7
pH en CaCl ₂ (1:2)	7.0	7.2	7.4	7.2	5-7
pH en agua (1:2)	7.7	7.9	7.9	7.6	5.5-7.5
Conductividad eléctrica (CE) mmhos/cm	0.48	0.37	0.32	0.35	<0.75
Fósforo (P) ppm	103	42	11	5	20-50
Nitrógeno total (%)	0.26-0.27	nd	nd	nd	
Acidez extraíble (H+Al) meq/100 ml	nd	nd	nd	nd	<0.6
Potasio (K) me/100 ml	3.75	4.35	3.05	0.47	0.5-2.0
Calcio (Ca) meq/100 ml	17.96	20.21	23.33	32.18	3.5-30
Magnesio (Mg) meq/100 ml	8.34	9.39	10.84	15.31	1.5-10
Sodio (Na) meq/100 ml	0.47	0.33	0.48	1.01	<2
CICE en meq/100 ml	30.52	34.30	37.50	48.97	7-40
Micronutrientes					
Hierro (Fe) ppm	95.00	39.70	15.60	3.10	10-100
Zinc (Zn) mg/kg	8.10	2.60	0.90	0.20	3-15
Manganeso (Mn) mg/kg	7.20	7.10	6.00	2.10	10-40
Cobre (Cu) mg/kg	8.4	5.8	4.8	1.3	3-15
Saturación de cationes					
Porcentaje saturación potasio (PSK)	12.30	12.70	8.20	1.00	3-7
Porcentaje saturación calcio (PSCa)	58.9	58.30	62.20	65.70	60-80
Porcentaje saturación magnesio (PSMg)	27.30	27.40	28.40	31.20	10-20
Porcentaje saturación sodio (PSNa)	1.50	1.00	1.20	2.10	<5
Porcentaje saturación aluminio (PSAl)	nd	nd	nd	nd	<0.8
Relaciones					
Calcio/magnesio (Ca/Mg)	2.2	2.2	2.2	2.1	2-4
Magnesio/potasio (Mg/K)	2.2	2.2	3.5	32.9	3-12
Calcio+magnesio/potasio (Ca+Mg/K)	7.00	6.80	11.10	101.9	10-40

nd = no determinado; Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva (CICE).

3.3. Propiedades biológicas del suelo

3.3.1 Grupos tróficos de nemátodos

Desde el punto de vista biológico, el epipedón de suelo de Casa de Alto (Tabla 4) se puede apreciar una población de 57 individuos. El grupo dominante es el grupo Bacterívoro *Rhabditidae* con 29 individuos/100 g de suelo, seguido por el grupo parásito de planta *Helicotylenchus* con 18. Mientras que los grupos parásitos de plantas *Dorylaimidae*, *Meloidogyne*, *Pratylenchus* y *Tylenchus* con 4, 2, 2 y 1 individuos, respectivamente. El mismo indica que los grupos parásitos de plantas son los más dominantes, aunque con menor cantidad de individuos que el grupo de los *Rhabditidae*.

Tabla 4. Grupos tróficos de nemátodos presentes en el suelo de Casa de Alto, Pimentel.

Familia /Género	Muestra de suelo M-I	Grupos
<i>Dorylaimidae</i>	4	Parásito de plantas
<i>Helicotylenchus</i>	18	Parásito de plantas
<i>Meloidogyne</i>	2	Parásito de plantas
<i>Mononchidae</i>	1	Predador
<i>Pratylenchus</i>	2	Parásito de plantas
<i>Rhabditidae</i>	29	Bacterívoro
<i>Tylenchidae</i>	1	Parásito de plantas
Total/100 g	57	-

3.3.2 Poblaciones de bacterias, actinomicetos y hongos

Los resultados del análisis de suelo realizado al horizonte superior (0 - 24 cm) del perfil del suelo realizado en Casa de Alto se presentan en la Tabla 4 y donde se puede apreciar 44,000,000 UFC de bacterias (7.64 Log UFC bacterias), 18,000,000 UFC de actinomicetos (7.26 Log UFC actinomicetos) y 180,000 UFC de hongos (5.26 Log UFC hongos).

Tabla 5. Poblaciones de bacterias, actinomicetos y hongos presentes en el epipedón del suelo de Casa Alto, Pimentel.

Código	UFC de bacterias, actinomicetos y hongos			Log UFC de bacterias, actinomicetos y hongos		
	Bacterias	Actinom.	Hongos	Bacterias	Actinom.	Hongos
M-I	44,000,000	18,000,000	180,000	7.64	7.26	5.26

Actinom. = actinomicetos; UFC: unidades formadoras de colonias.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Los suelos en estudio son recomendables para la siembra de pastos y explotaciones ganaderas, ya que poseen alta fertilidad, pH neutro o ligeramente ácido y sin limitaciones físicas, esto lo podría ubicar en las categorías de uso I y II. Las propiedades biológicas del suelo, presentan poblaciones de nematodos relativamente bajas. Los nematodos parásitos de planta con mayor número de individuos es *Helicotylenchus*, mientras que la mayor población de microorganismos es la de hongos.

Estos suelos pertenecientes al orden Vertisol, son representativos de las principales zonas húmedas del país dedicadas a la producción de ganado, por lo tanto, las emisiones de N_2O que sean medidas bajo estas condiciones darán resultados que podrían pronosticar emisiones en dichas zonas y aplicables a regiones similares, aportando datos para los futuros inventarios nacionales de GEI en la República Dominicana.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda mejorar el sistema de drenaje de estos suelos, con la finalidad de reducir las emisiones de N_2O y permitir un mejor manejo de los animales en pastoreo sin dañar el suelo. Recomendamos la caracterización de los suelos dedicados a la explotación ganadera bajo condiciones de pastoreo de bovinos de doble propósito y su potencial para emitir N_2O en función de sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Encargado y personal de campo de la finca experimental del Idiaf Casa de Alto, Pimentel por dar facilidades para la ejecución del estudio a nivel de campo. Los fondos para esta investigación fueron aportados por el Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología, a través del proyecto FONDOCyT 2015 “Medición, cuantificación y opciones de mitigación de gases con efecto invernadero (óxido nítrico y metano entérico) emitidos por la ganadería dominicana que influyen en el cambio climático.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clark, F.J. 1965. Agar-Plate Method for total microbial count Part 2. Chemical and microbiological properties. (D. D. Evans, J. L. White, L. E. Ensminger and F. E., Clark, eds.), Vol. 9, pp. 1460-1466. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin USA.
- Núñez, P., Pimentel, A., Almonte, I., Sotomayor, D., Martínez, N., Pérez, A., C. Céspedes. 2011. Soil fertility evaluation of coffee (*Coffea* spp.) production systems and management recommendations for the Barahona province, Dominican Republic. *Journal Soil Science and Plant Nutrition*, 11 (1): 127 - 140.
- SEA (Secretaría de Estado de Agricultura, DO) 1985. Características de los suelos de la República Dominicana. Departamento de Inventarios y Ordenamiento de los Recursos Naturales, Subsecretaría de Recursos Naturales. Proyecto MARENA, Santo Domingo, DO. 60 p.

Anexo 7.2. Resultados de análisis de laboratorio de parámetros biológicos del suelo



**INSTITUTO DOMINICANO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS Y FORESTALES (IDIAF)**
Centro de Tecnologías Agrícolas (CENTA)
 Estación Experimental Mata Larga,
 San Francisco de Macorís, República Dominicana
 Tel. (809) 588-8886, 588-6400 Ext. 34

LABORATORIO PROTECCION VEGETAL

Resultados de nemátodos en 100 g de suelo seco

Propietario: Idiaf
Interesado: Idiaf
Procedencia: Casa de Alto/Pimentel/SFM
Cultivo: Pasto
Edad:
Variedad:
Fecha de entrada: 22/03/2018

Código de laboratorio	Identificación	Total de nemátodos
18MZ25-NS	M-1	57

Grupos tróficos de Nemátodos		
Familia /Género	M-1	Grupos
<i>Acrobeles</i>	0	Bacterívoro
<i>Araeolaimidae</i>	0	Bacterívoro
<i>Alaimidae</i>	0	Bacterívoro
<i>Aphelenchidae</i>	0	Fungívoros
<i>Cephalobidae</i>	0	Bacterívoro
<i>Criconematidae</i>	0	Parásito de plantas
<i>Diplocapter</i>	0	Predador
<i>Diplogasteridae</i>	0	Predador
<i>Dorylaimidae</i>	4	Parásito de plantas
<i>Helicotylenchus</i>	18	Parásito de plantas
<i>Longidorus</i>	0	Parásito de plantas
<i>Meloidogyne</i>	2	Parásito de plantas
<i>Monhysteridae</i>	0	Bacterívoro
<i>Mononchidae</i>	1	Predador
<i>Panagrolaimus</i>	0	Bacterívoro
<i>Paratylenchus</i>	0	Parásito de plantas
<i>Pratylenchus</i>	2	Parásito de plantas
<i>Psilenchus</i>	0	Parásito de plantas
<i>Radopholus</i>	0	Parasito de plantas
<i>Rhabditidae</i>	29	Bacterívoro
<i>Rotylenchulus</i>	0	Parasito de plantas
<i>Tripila</i>	0	Bacterívoro
<i>Tylenchidae</i>	1	Parasito de plantas
<i>Wilsonema</i>	0	Bacterívoro
Total	57	

Lic. Socorro García Pantaleón, MSc.
 Enc. Laboratorio Protección Vegetal

Anexo 7.3. Poblaciones de bacterias, actinomicetos y hongos.



**INSTITUTO DOMINICANO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS Y FORESTALES**
Centro de Tecnologías Agrícolas (CENTA)
Estación Experimental Mata Larga,
San Francisco de Macorís, República Dominicana
Tel. (809) 588-8886, 588-6400 Ext. 34
LABORATORIO PROTECCION VEGETAL

Resultados de las poblaciones de bacterias, actinomicetos y hongos

Propietario: Pedro Núñez

Interesado: Pedro Núñez

Procedencia: Pimentel, Duarte, R. D.

Cultivo: Pasto

Edad del Cultivo: _____

Variedad: _____

Fecha de entrada: 22/03/2018

Códigos	Idc	UFC de bacterias, actinomicetos y hongos			Log. de UFC de bacterias, actinomicetos y hongos		
		Bacterias	Actinos	Hongos	Bacterias	Actinos	Hongos
18MZ32-MS	M-1	44,000,000	18,000,000	180,000	7.64	7.26	5.26
	Prom.	44,000,000	18,000,000	180,000	7.64	7.26	5.26

UFC: unidades formadoras de colonias. Prom. = promedio.

Anexo 7.4. Galería de fotos del perfil y del potrero en finca ganadera de Pimentel, Provincia Duarte



Figura 2. Vista del Perfil del suelo.



Figura 3. Vista del perfil del suelo.



Figura 4. Vista del potrero donde se ubicó el perfil.



Figura 5. Vista del potrero donde se ubico el perfil.



Figura 6a. Vista panoramica de la finca.



Figura 6b. Vista panoramica de la finca. de la finca.



PROYECTO FONDOCYT 2015:
Medición, cuantificación y opciones de mitigación de gases con efecto invernadero
(Óxido nitroso y metano entérico) emitidos por la ganadería dominicana que
influyen en el cambio climático”

