

DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y NUTRICIÓN DE PLANTAS PARA EL MANEJO SOSTENIBLE DE LA AGRICULTURA



DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO Y
NUTRICIÓN DE PLANTAS PARA EL MANEJO
SOSTENIBLE DE LA AGRICULTURA

El material consignado en esta publicación puede ser reproducido por cualquier medio, siempre y cuando no se altere su contenido. El IDIAF agradece a los usuarios incluir el crédito correspondiente en los documentos y actividades en los que se utilice.

Cita correcta:

IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2008. Diagnóstico de la fertilidad del suelo y nutrición de plantas para el manejo sostenible de la agricultura. IDIAF. Santo Domingo, DO. 72p.

ISBN: 978-9945-448-06-1

AGRIS: P35; F61

Descriptores: *Suelo; Fertilidad del Suelo; Nutrición de las Plantas; Características Morfológicas del Suelo; Abonos Orgánicos; Deficiencias del Suelo; República Dominicana.*

Revisión final y coordinación general:

Unidad Difusión IDIAF

José Richard Ortiz

José Miguel Méndez

Revisión:

Comité Técnico Centro Norte

Julio Morrobel

Pedro Juan del Rosario

Domingo Rengifo

José Miguel Méndez

Carlos Céspedes

Elpidio Avilés Q.

Diseño Portada y Maquetación:

edward fm

www.idiaf.org.do

IDIAF 2008®

La impresión de este documento fue financiada con fondos de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) en la República Dominicana a través del Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS).

PRESENTACIÓN

Una de las limitantes más frecuentes que afectan a la mayoría de los productores agrícolas dominicanos, es establecer proyectos de siembra sin conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos y las características de las enmiendas a utilizar en sus fincas; así como las herramientas de diagnóstico necesarias. Esto trae como consecuencia que los planes de fertilización aplicados por éstos, no responden necesariamente a los requerimientos de los cultivos, ni a las deficiencias nutricionales del suelo.

Entendiendo que el suelo suministra a las plantas, bajo condiciones favorables del clima, los nutrientes requeridos para su crecimiento y producción; se hace necesario conocer las características del suelo que influyen sobre los cultivos. A través del conocimiento de las mismas, se pueden establecer planes adecuados de fertilización. Esto se traduce en el uso racional de los recursos a utilizar en la producción, con lo que se logra mayores beneficios al favorecer el potencial productivo del cultivo.

En tal sentido, el IDIAF pone a disposición de técnicos y productores el documento “Diagnóstico de la Fertilidad del Suelo y Nutrición de Plantas para el Manejo Sostenible de la Agricultura”, en el que se describen, de manera sencilla y precisa, varios procedimientos para el diagnóstico de la fertilidad de suelos y nutrición de plantas dentro del concepto de agricultura sostenible. Los procedimientos y recomendaciones indicadas en esta publicación pueden servir como guía para los agricultores y tomadas como referencia para la producción agrícola.

Ing. Rafael Pérez Duvergé
Director Ejecutivo del IDIAF

AGRADECIMIENTO

A los extensionista del Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS).

A la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) por el apoyo en el financiamiento de las investigaciones y la impresión del documento.

Al los investigadores del Centro Norte del IDIAF: Juan Valdez, Aridio Pérez, Pedro Núñez, Carlos Céspedes, Elpidio Avilés, Isidro Almonte y José Miguel Méndez por su cooperación en revisión y elaboración final de este documento.

CONTENIDO

PRESENTACIÓN

AGRADECIMIENTO

Caracterización físico-química y biológica de las principales enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos..... 9

I.	Introducción.....	11
II.	Antecedentes.....	11
III.	Materiales y Métodos.....	14
IV.	Resultados y Discusión.....	19
V.	Consideraciones Generales.....	25
VI.	Conclusiones y Recomendaciones.....	26
VII.	Agradecimientos.....	27
VIII.	Referencias.....	27

Caracterización de la fertilidad de los suelos de los pequeños productores agrícolas de La Vega, República Dominicana..... 29

I.	Introducción.....	31
II.	Materiales y Métodos.....	31
III.	Resultados y Discusión.....	34
IV.	Consideraciones finales.....	42
V.	Referencia.....	48

Aplicación de herramientas de diagnóstico nutricional rápido en el sistema suelo-planta en la provincia de La Vega..... 51

I.	Introducción.....	53
II.	Materiales y métodos.....	53
III.	Resultados y discusión.....	57
IV.	Conclusiones.....	69
V.	Recomendaciones.....	69
VI.	Referencias.....	70

Caracterización físico-química y biológica de las principales enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos



*Aridio Pérez
Carlos Céspedes
Hilda Minaya*

I. INTRODUCCIÓN

El incremento en la población mundial, asociada a una mayor demanda de alimentos, ha provocado un uso intensivo e irracional de los recursos naturales. Este manejo ha producido impactos negativos en el ambiente y ha afectado la sostenibilidad de los sistemas productivos. La tendencia global de manejo de los recursos naturales demanda o sugiere poseer conocimientos básicos de manejo de los sistemas productivos, principalmente sobre las enmiendas agrícolas utilizadas y el manejo de la fertilidad de los suelos.

Los abonos orgánicos son todas aquellas sustancias o materiales sólidos o líquidos de origen orgánico que contienen principalmente microorganismos (bacterias, hongos, actinomicetos, protozoos, algas) y nutrientes esenciales, que tienen como objetivo estimular la vida microbiana del suelo y la nutrición equilibrada de las plantas. Las enmiendas orgánicas varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración de la mineralización, actividad biológica, tipos de materiales utilizados y su eficiencia, (Meléndez 2003).

Para la República Dominicana, la necesidad de disminuir la cantidad de productos químicos aplicados a los cultivos bajo sistemas de agricultura convencional y disponer de fuentes de fertilización para la agricultura orgánica, está obligando a la búsqueda de alternativas confiables y sostenibles. El uso de enmiendas orgánicas se ha incrementado en los últimos 10 años. Sin embargo, éstas son aplicadas sin el conocimiento de las concentraciones de nutrientes presentes en la cantidad aplicada. Este tipo de información, permitirá a los productores agrícolas, la planificación de la fertilización de manera racional. Además, permitirá el desarrollo de la microbiota del suelo. De igual manera, conocer la composición microbiológica puede asegurar la inocuidad de los productos y evitar la contaminación del ambiente y la salud humana.

La caracterización de los materiales orgánicos utilizados en la elaboración de enmiendas orgánicas, permite conocer los niveles nutricionales de sus componentes y la composición de los grupos microbiológicos que permita hacer un uso racional de los mismos. En la República Dominicana, no existen normas ni legislaciones que regulen la producción y uso de abonos orgánicos. En Europa y Estados Unidos las mismas están enfocadas en aspectos de inocuidad de los mismos (metales pesados, patógenos humanos, contenido de materias extrañas peligrosas, etc.) más que en la calidad del material como fertilizante. La calidad del abono la regula el mercado y las normativas privadas. El Estado Dominicano carece de normas y legislaciones de calidad e inocuidad.

El objetivo de esta investigación fue determinar las características físico-químicas y microbiológicas de las enmiendas orgánicas de mayor uso en la República Dominicana, así como las fuentes utilizadas para su preparación.

II. ANTECEDENTES

Los abonos orgánicos fueron la única fuente utilizada para mejorar y fertilizar los suelos agrícolas (Russell 1967; Paneque y Calaña 2004), primero en sus forma simples (residuos de cosecha, rastrojos y residuos animales) y después en sus formas mas elaboradas (estiércol, compost), (Rosabal 2002 y Suárez *et al* 2002, Peneque y Calaña 2004) y humus de lombriz (Noriega 1998 y Cuesta 2002).

Las principales materias primas para la elaboración de abonos orgánicos en la RD son: gallinaza, estiércol vacuno, estiércol caprino y ovino, pulpa de café, hojas y restos de plantas y tierra virgen, de los cuales se desconoce, por parte de los productores, el contenido de elementos relacionados con la nutrición de plantas.

Santos (2004), al evaluar algunos abonos orgánicos procedentes de la zona de Solimán (provincia Valverde), encontró que el contenido nutricional era bajo. Recomendó mejorarlos mediante la elaboración de compost con la incorporación de otras fuentes con mayores contenidos nutricionales.

Sobre el contenido nutricional de estos componentes, a nivel internacional. En la Tabla 1, se presentan los indicadores físico-químicos de interés en materiales de diversas procedencias empleados como enmiendas al suelo en la producción agrícola.

En lo que respecta a la microbiología de los abonos orgánicos, el compost derivado de estiércoles o lodos puede contener patógenos. Si el compost es inmaduro o si no fueron alcanzadas las condiciones termofílicas en toda la masa del compost, algunos patógenos pueden sobrevivir.

Tabla 1. Composición nutritiva de varias enmiendas orgánicas y materiales utilizados en su elaboración en diferentes países.

Material	País de Procedencia	Parámetros evaluados (%)									Ref
		HUM	pH	M O	N	P	K	Ca	Mg	C/N	
Lombricompost *	Cuba		7.7	37.80	2.15	1.09	0.65	2.93	0.78		(1)*
Lombricompost *	Cuba	61.30	7.7	14.60	0.83	0.42	0.25	1.13	0.30	10:1	(1)*
Estiércol vacuno *	Cuba	80.00		11.50	0.33	0.23	0.35			20:1	(1)*
Estiércol vacuno *	Guatemala				0.70	2.50	4.00				(2)*
Estiércol vacuno *	Bolivia	77.00		20.00	0.40	0.10	0.50	0.30	0.09	15:1	(3)*
Estiércol equino *	Cuba	67.40		17.93	0.34	0.13	0.37			30:1	(1)*
Estiércol equino**	Guatemala				1.50	0.50	1.30				(2)*
Estiércol equino*	Bolivia	71.00		25.00	0.60	0.12	0.40	0.20	0.08	15:1	(3)*
Estiércol porcino *	Cuba	72.80		15.00	0.45	0.20	0.60			19:1	(1)*
Estiércol porcino *	Bolivia	80.00		18.00	0.50	0.60	0.20	0.30	0.10	15:1	(3)*
Estiércol ovino *	Cuba	61.60		21.12	0.82	0.21	0.84			15:1	(1)*
Estiércol ovino **	Guatemala				1.80	0.70	2.20				(2)*
Estiércol ovino *	Bolivia	64.00		32.00	0.80	0.10	0.60	0.20	.010	15:1	(3)*
Estiércol porcino **	Guatemala				1.10	0.50	0.70				(2)*
Estiércol de gallina**	Guatemala				3.96	3.00	1.00			7:1	(2)*
Estiércol de gallina	Bolivia	56.00		33.00	1.70	0.70	0.70	1.40	0.20	10:1	(3)*
Compost **	Cuba	75.00		13.75	0.50	0.26	0.53			16:1	(1)*
Gallinaza **	Cuba	75.00		15.54	0.70	1.03	0.49			22:1	(1)*
Murcielaguina **	Cuba	23.00		13.20	0.96	12.0	0.40			8:1	(1)*
Turba **	Cuba	70.00		14.40	0.20	0.17	0.12			42:1	(1)*
Cachaza fresca **	Cuba	71.00		16.40	0.32	0.60	0.17			30:1	(1)*
Cachaza curada **	Cuba	54.50		28.90	1.11	1.11	0.15			15:1	(1)*
Pulpa de café	Guatemala				2.00	0.19	3.00	1.50	0.25		(2)*
Ceniza	Guatemala				0.00	1.80	5.50	23.3	2.20		(2)*
Harina de sangre	Bolivia			60-70	10-14.00	0.65	0.70			3:1	(3)*
Harina de hueso	Bolivia				2.50	8-10		21		8:1	(3)*

(1)* Peneque y Calaña 2004.

(2)*Junta Directiva de la Asociación Nacional del Café.1999. Marco conceptual de de la Caficultura orgánica. Abonos Orgánicos. P:33-43. Guatemala.

(3)*Benzing 2001. Agricultura Orgánica. Fundamento para la Región Andina 682 pp.

* Base seca

** Base húmeda

Se espera que cualquier compost no afecte la salud de las plantas, animales y humanos. Sin embargo, los desechos utilizados en la elaboración de los abonos orgánicos son fuentes potenciales de patógenos. Por ejemplo, los estiércoles pueden tener cargas altas de microorganismos patógenos de humanos. El material de composteo, a partir de plantas enfermas, es en algunos casos fuente de patógenos de plantas (Pietronave *et al.*, 2002).

Hay que considerar que el proceso de elaboración de los abonos debe eliminar o reducir significativamente los patógenos y sustancias tóxicas presentes en los sustratos utilizados. El término abonos orgánicos incluye un grupo variado de materiales. En este documento nos referimos específicamente al compost, bokashi, lombricompost y materiales utilizados en la agricultura orgánica.

Se cree que el calor es el principal factor para inactivar patógenos durante las altas temperaturas del composteo aeróbico (Ryckeboer *et al.* 2002). La actividad termófila máxima en el compost se sitúa entre 60 y 65 °C. El compost debe mantenerse bajo estas condiciones durante el mayor tiempo posible. Esto no solo sirve para acelerar el proceso de fabricación de compost ya que el aumento de temperatura incrementa la actividad microbiana, sino que las altas temperaturas alcanzadas durante el proceso de composteo, son capaces de reducir o eliminar el número de patógenos que ponen en riesgo la salud humana, animal y vegetal, (Coyné 2000; Pietronave *et al.* 2002). Sin embargo, el compostaje es un proceso de desinfección no un proceso de esterilización. Aunque el composteo reduzca en forma significativa el número de patógenos, algunos pueden sobrevivir y, bajo condiciones de almacenamiento inadecuadas, aumentar su número en el compost terminado (Pietronave *et al.* 2002).

En el caso de *Escherichia coli*, bacteria indicadora de contaminación fecal, teóricamente el proceso de compostaje puede eliminar su presencia, pues su temperatura máxima de crecimiento es 44 °C. Si se expone un cultivo de *E. coli* a una temperatura de 57 °C, ocurre muerte en un período de 20 a 30 minutos (Atlas y Bartha 2002). Según Palmisano *et al.* (1996), la eliminación de patógenos se logra tras la exposición a temperaturas altas; 50 °C durante 24 horas o 46 °C durante una semana.

2.1 Consideraciones generales de calidad de los abonos orgánicos

La interrogante que resulta siempre a la hora de decidir el tipo de abono orgánico a aplicar es ¿cómo se compara un material compostado con otro?. Por ejemplo, un bokashi con otro o entre estiércoles o los materiales de que se trate, que indique cual es el mejor. Sin embargo, la respuesta no es simple debido a la variabilidad de los mismos. Esto se complica al no existir las normas que establezcan en cuanto a calidades mínimas.

Los criterios que se utilizan para definir la calidad de un abono orgánico están determinados por el uso y el objetivo que se busque con el mismo y varían según los países y las procedencias (Meléndez 2003). En nuestro país, la mayor utilización de los abonos orgánicos es como fertilizante y mejoradores de las propiedades del suelo.

La calidad de un compost es usualmente determinada por parámetros físicos, químicos y biológicos, los cuales dan una determinación exacta de cada sustancia y permiten evaluar la estabilidad de la mezcla como un todo. Sin embargo, desde el punto de vista práctico la madurez y la disponibilidad de los nutrientes están asociados con la calidad del compost. La madurez puede ser medida basándose en el potencial de utilización con propósitos agrícolas, lo que significa que la calidad del compost puede ser evaluado en función a la producción agrícola y en el mejoramiento de las propiedades del suelo.

La determinación de la calidad del producto final es una de las temáticas de mayor investigación en este momento. Los laboratorios de análisis de suelos y foliares han optado por ofrecer como análisis de compost la digestión total, que permite dar información sobre contenidos totales de nutrimentos expresado en porcentaje. Sin embargo, se conoce que este análisis sobreestima la disponibilidad de nutrimentos a corto plazo, ya que las tasas de liberación van a ser más lentas, pues los elementos pasan por un proceso de asimilación, descomposición y mineralización, en donde intervienen los microorganismos, los cuales pueden ser afectados por la temperatura, la humedad, la acidez y la calidad de los materiales que se mezclan, entre otras.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Recolección de las muestras

Para la recolección de muestras, se eligieron los materiales de uso común por los productores, procedentes de abonos orgánicos comerciales, de granjas de aves y corrales, factorías de arroz y de café. Los materiales considerados fueron los siguientes: bokashi, compost, lombrizcompost, bioles, pulpa de café orgánico y convencional, afrecho, cascarilla de arroz, carbón de cascarilla de arroz, estiércoles (vacuno, equino, ovino, caprino y porcino), pollaza, gallinaza, aserrín, tierra de bosque y preparado biodinámico 500. Los mismos se encuentran en diferentes localidades del país tales como: Jarabacoa, Moca (Espaillat), La Vega y Montecristi.

En los productos comerciales terminados y los diferentes materiales que se utilizan en la agricultura se tomaron submuestras de diferentes secciones del lote y se conformó una muestra compuesta, para su análisis. Las muestras se recolectaron y analizaron entre enero de 2005 y julio de 2006. Para el caso de análisis químico, las muestras se colocaron en bolsas de polietileno y en el caso del análisis microbiológico, las muestras se colocaron en recipientes totalmente asépticos.

3.2 Proporción de mezcla de materiales en diferentes bokashi analizados

El bokashi es una enmienda que resulta de la mezcla de: 1 saco de gallinaza, 1 saco de residuos, 2 sacos de tierra de bosque, 1 saco de semolina de arroz o salvado, 1 saco de carbón molido y 1 litro de melaza. Esta formulación original de Japón ha sido modificada en función de la disponibilidad de materiales encontrados en las zonas agrícolas de la República Dominicana; por tanto el bokashi es más un sistema de producción, que un producto terminado. Por todo esto, el abono procedente de este sistema se denomina tipo bokashi.

En nuestro país, la elaboración de bokashi se realiza mezclando diferentes fuentes orgánicas procesadas o no, y se espera que produzcan una variabilidad muy amplia de los diferentes elementos nutricionales que la componen. La diferencia con el compost es que la fermentación del bokashi es incompleta y el producto final es materia orgánica en descomposición, debido a que se remueve con más frecuencia y la temperatura alcanza los 45 a 50 °C. Puede ser aplicada de una a dos semanas, en relación al compost que requiere entre uno o dos meses. La elaboración de bokashi demanda una infraestructura adecuada para poder procesar las fuentes a ser mezcladas, facilitar el volteado periódico y, además, garantizar los estándares de calidad de la mezcla.

Existen diferentes tipos de bokashi, dependiendo de su formulación, los materiales utilizados y el lugar de procedencia. En el caso del bokashi artesanal, la mezcla de los diferentes materiales se realizó colocando capas superpuestas y adicionando a cada capa la solución de melaza y microorganismos. Por su parte, el bokashi industrial se prepara con trituradoras y mezcladora mecanizadas. Los diferentes materiales utilizados en la preparación de los diferentes tipos analizados en esta investigación se presentan a continuación:

- El bokashi tipo "BPP" es preparado con mezcla de 658 kg cascarilla de arroz carbonizada al horno, 658 kg de gallinaza, 23 kg de melaza y afrecho de arroz y 23 kg de suelo de bosque "virgen".

- El bokashi tipo "BPJ" se preparó con la mezcla de 1316 kg de gallinaza, 1316 kg de pulpa de café y tierra de bosque, entre otros no determinados por reservas de la empresa comercial.

- El bokashi tipo "BAA" se preparó mezclando 1,818 kg de gallinaza, 1,818 kg estiércol vacuno, 364 kg cascarilla de arroz quemada, 227 kg cascarilla de arroz sin quemar, 227 kg pinzotes picados, 227 kg afrecho de arroz, 9 kg microorganismos eficientes, 30 litros melaza y 200 litros de agua. El volumen final de la mezcla es de 4,500 kg.

- El bokashi tipo "BJJ" incluyó 1,818 kg de gallinaza, 1,818 kg de estiércol vacuno 545 kg ceniza de cascarilla de arroz, 275 kg suelo de bosque, 91 kg afrecho de arroz, 2.3 kg de levadura, 95 litros de melaza y 200 litros de agua. El volumen final de la mezcla es de 4,500 kg.

- El bokashi tipo "BBO" se preparó agregando 1,818 kg gallinaza, 909 kg estiércol bovino, 682 kg de estiércol ovino o de chivo, 445 kg ceniza de cascarilla de arroz, 227 kg aserrín de madera, 445 kg afrecho de arroz, 2.3 kg levadura, 95 litros de melaza y 190 litros de suero de leche. El volumen final de la mezcla es de 4,500 kg.



Figura 1. A la izquierda volteado mecanizado de bokashi y a la derecha listo para su empaque en una planta comercial



Figura 2. bokashi artesanal producido en trinchera a la derecha y a la izquierda listo para su aplicación

3.3 Proporción de mezcla de materiales en diferentes compost analizados

Es un abono derivado de la descomposición microbiológica de los desechos orgánicos bajo ambiente aeróbico controlado, donde alcanzan un estado manejable, preservable y seguro para el ambiente y pueden ser incorporado al suelo y suplir nutrientes a las plantas. El proceso de volteado es menos frecuente que en el bokashi, por esto la descomposición microbiana es más completa.

En nuestro país, la elaboración de este tipo de enmienda se realiza mezclando diferentes fuentes orgánicas, por lo cual se espera también que produzca, al igual que el bokashi, una variabilidad de los diferentes elementos contenidos. La mezcla de materiales orgánicos utilizados en la elaboración del compost se lleva a cabo en las fincas y no requiere de infraestructura para el procesamiento de los materiales a mezclar.

La preparación de los diferentes tipos de compost, muestreados y analizados en esta investigación se presenta a continuación:

- El compost tipo "CJP" se preparó mezclando 640 kg de estiércol vacuno, 640 kg de suelo de bosque, 640 kg pulpa de café y 80kg de diferentes restos vegetales. El volumen final de la mezcla fue de 2,000 kg.
- El compost tipo "CCP", se elaboró adicionando 425kg de estiércol bovino, 1,000 kg de tierra, 425kg de suelo de pulpa de café, y 50 kg de restos vegetales. El volumen final de la mezcla fue de 2,000 kg.
- El compost tipo "MC" se preparó con 13,700 kg de estiércol caprino, 13,700 kg de estiércol vacuno, 10,200 kg de gallinaza, 4,600 kg de pulpa de café, 4,600 kg de tuza de maíz molido, 5,200 kg de planta leguminosas, 2,700 kg ceniza de cascarilla de arroz y 300 litros agua. El volumen final de la mezcla fue de 50,000 kg.
- El compost tipo "ALC" se formuló con, 1,136 kg de estiércol bovino, 682 kg de gallinaza, 445 kg de afrecho de arroz, 909 kg cascarilla de arroz, 445 kg cascarilla de arroz quemada, 409 kg desperdicios de cosecha, 191 Kg leguminosa, 9 kg microorganismos eficientes, 4 litros de melaza y 200 litros de agua. El volumen final de la mezcla fue de 4,500 Kg.
- Para el Compost tipo "CV" se utilizó 2,182 kg de pedúnculos de bananos picados, 773 kg de estiércol bovino, 273 kg de estiércol caprino, 1,000 kg de tierra, 273 Kg de aserrín de madera, 45 kg de ceniza de madera, 227 kg de gramíneas y 200 litros de lixiviado de pinzotes. Cantidad producto final 4,700 kg.
- El Compost tipo "PM" se preparó con, 100 kg de ceniza de cascarilla de arroz, 100 kg de pulpa de café, 100 kg de gallinaza, 10 kg de leguminosas y 30 litros de agua Cantidad producto final 300 kg.
- Para el caso del Compost tipo "EP", al combinar 21,810 kg de estiércol vacuno, 10,909 kg de estiércol caprino, 3,600 kg de pinzotes de banano, 1,681 kg de aserrín de madera, 980 kg de ceniza de cascarilla de arroz, 113 litros de melaza y 800 litros de agua. Cantidad producto final 35,000 Kg.
- Finalmente para el Compost tipo "MB" se utilizó 27,272 kg de estiércol caprino, 4,545 kg de ceniza de cascarilla de arroz, 2,727 kg de cascarilla de arroz, 1,818kg de aserrín de madera, 45 kg de afrecho de arroz, 70 kg de cal, 95 litros de melaza y agua 900 litros. Cantidad producto final 38,636 kg.



Figura 3. A la izquierda Compost elaborado en la finca en la superficie del suelo y a la derecha compost en trinchera

3.4 Humus de lombriz

Se conoce como vermicompost o lombricompost, el compostaje de desechos orgánicos utilizando la lombriz de tierra. La lombriz roja californiana, (*Eisenia foetida*), fue seleccionada por Tomas Barret en 1930 en Estados Unidos, por su alta capacidad de reproducción, su capacidad de vivir en altas densidades, el amplio rango de desechos orgánicos de los que se alimenta, su longevidad y su adaptación a diferentes condiciones climáticas.

Esta es una fuente de abono utilizada en la producción de cultivos, y resulta de la recolección de las deyecciones de la lombriz, la cual es atendida en criaderos acondicionados para tales fines. Existe una variedad de residuos que pueden ser utilizados para estos propósitos, cuidando de que estos no produzcan alteraciones ambientales que provoquen emigración o muerte de las lombrices.



Figura 4. Cama lombriceras para producción de lombricompost

3.5 Análisis de laboratorio

Se tomaron 43 muestras, las cuales para análisis físicos-químicos se llevaron a un laboratorio de suelo de Santo Domingo. Los indicadores o parámetros físicos-químicos analizados fueron: pH en agua, conductividad eléctrica (CE) mmhos/cm, materia orgánica (MO), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu), zinc (Zn) y humedad (H₂O), todos en %. Los análisis microbiológicos se realizaron en un laboratorio clínico de Santiago. Los grupos microbiológicos reportados fueron: aerobios mesófilos totales, hongos, levaduras y actinomicetos por el método de conteo en placas expresado en logaritmo de unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g).



Figura 5. Colonias de microorganismos en cajas *petri* para su conteo en el laboratorio.

Tabla 2. Métodos de análisis físicos-químicos utilizados por el laboratorio de referencia.

Indicadores / Parámetros	Método
Nitrógeno, Potasio, Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre Manganese y Zinc	Digestión ácido nítrico-perclórico - Absorción atómica
Fósforo	Extracción ISFEIP ¹ . - Colorimetría
pH, en agua	Relación 1:2 - Potenciometría
Conductividad eléctrica	Relación 1:2 - Conductimetría
Humedad	Secado de muestras en horno de aire forzado a 105 °C y la humedad se obtiene por diferencia de peso húmedo y seco.
Carbono total	Walkey y Black (oxidación con dicromato de potasio)
Materia orgánica	Walkey y Black (oxidación con dicromato de potasio)
Nitrógeno total	Método Kjeldahl (Destilación)

¹International Soil Fertility Evaluation and Improve

Tabla 3. Métodos de análisis microbiológico.

Indicadores / Parámetros	Método
Aerobios mesófilos totales	Recuento en placa. El medio de cultivo utilizado fue Agar Estándar ajustado pH = 7.0
Hongos y levaduras	Recuento en placa. El medio de cultivo utilizado fue Papa, Dextrosa, Agar (PDA) más ácido Tartárico ajustado a pH = 5.6
Actinomicetos	Recuento en placa. El medio de cultivo utilizado fue Agar nutritivo ajustado a pH = 7.0 – 7.4

3.6 Análisis estadístico

Los resultados de laboratorio fueron analizados con el software Infostat, mediante la aplicación de estadística descriptiva (promedio, error estándar y coeficiente de variación). Los datos sobre las características de los abonos orgánicos fueron agrupados en tablas para su comparación e interpretación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis físico-químico de los diferentes tipos de bokashi

Los resultados (Tabla 4) indican que el bokashi tipo BPJ mostró los mayores porcentajes de nutrientes, excepto para N, del cual resultaron con igual porcentaje BPP BPJ, (1.48 respectivamente) superados por BAA (1.52) y BJJ (1.67). El menor porcentaje de humedad, lo presentó BAA (10.1) y BVT (13.1). El mayor porcentaje de humedad lo presentaron los bokashi BPP, BJJ y BBO.

El mayor contenido de MO se encontró en BPJ el cual superó en 45% al de menor porcentaje en MO, que correspondió al bokashi tipo BAA. Además, bokashi tipo BPJ, mostró mayores niveles de P, K, Ca y Mg (Tabla 4). Esto se debe a la calidad de los materiales utilizados en su elaboración. También, es atribuido al proceso de preparación que resultó con menor porcentaje de humedad, en consecuencia menos lavado de elementos solubles. Esta última característica sugiere el control de la cantidad de agua aplicada durante el proceso de elaboración del bokashi, o de lo contrario, la enmienda podría perder calidad nutritiva, por lavado de elementos solubles.

Tabla 4. Propiedades físico-químicas de los diferentes tipos de bocashi.

Tipos de Bokashi	Contenido de los elementos en %												
	pH (Agua).	CE mmhos / cm	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	H ₂ O
BPP	8.1	8.92	32.1	1.48	3.87	2.26	11.66	1.19	0.4735	0.0380	0.0139	0.0249	40.0
BPJ	8.8	13.48	44.7	1.48	6.11	3.63	21.73	1.47	0.4478	0.1028	0.0702	0.0989	26.4
BAA	8.6	21.2	20.1	1.52	1.56	2.98	11.43	1.35	1.24	0.0473	0.0084	0.0477	10.1
BJJ	8.2	17.66	40.2	1.67	1.35	2.59	4.58	1.18	1.22	0.0437	0.0050	0.0247	46.1
BBO	6.7	14.3	40.2	1.39	0.78	1.50	8.17	0.84	1.54	0.0390	0.0046	0.0285	46.1
BVT	8.4	6.95	22.1	1.09	1.24	1.80	7.5	1.23	2.00	0.0494	0.0070	0.0311	13.1
Promedio	8.13	13.75	33.23	1.44	2.49	2.46	10.85	1.21	1.15	0.05	0.02	0.04	30.30
Error Std	0.31	2.17	4.19	0.08	0.85	0.32	2.43	0.09	0.25	0.01	0.01	0.01	6.61
CV	9.19	38.58	30.87	13.46	83.76	31.77	54.88	17.56	52.56	46.14	141.35	67.66	53.47

Dadas las características en el contenido de nutrientes de los fertilizantes comerciales convencionales para uso agrícola, el abono orgánico ideal será el que mayor contenido de nutrientes contenga para el cultivo de que se trate. En este sentido, a modo de ejemplo, el bokashi BPJ es preferible comparado con el tipo BPP. Sin embargo, su aplicación será en menor volumen, lo que representaría un ahorro económico para el productor si se decide por un Bokashi con mayor contenido de elementos nutrientes. Meléndez (2003) reportó que el contenido de materia orgánica (MO) en la enmienda tiene un efecto positivo sobre la fertilidad de los suelos, ya que está demostrado que incrementos mínimos de MO benefician simultáneamente las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Aunque es muy factible que los distintos componentes de la MO estén afectando simultáneamente y en forma distinta estas propiedades.

Dado este hecho, es importante destacar que la fertilización de los cultivos basado en la aplicación de abonos orgánicos no es suficiente para sostener la productividad deseada, y mucho menos, en aquellos de ciclos anuales. Por tanto, aplicar abonos orgánicos al suelo, si no es suficiente para aportar nutrientes a los cultivos, por lo menos mejora las propiedades físicas y biológicas de este.

4.2 Análisis físico-químico de los diferentes tipos de compost

La Tabla 5, resume el contenido de los análisis realizados a los diferentes compost muestreados. Se observó diferencias en el contenido nutricional de los mismos, el mayor porcentaje de materia orgánica MO se registró en el compost CJP (52.0), superior al compost CV en poco más de 40%, que resultó con el menor porcentaje de este componente (20.1).

En cuanto a los tres nutrientes principales que se toman en cuenta en la nutrición de los cultivos (NPK). Se observa que el menor porcentaje en N y K correspondió al compost CFCJ (0.82 y 0.21, respectivamente) y el menor contenido en P para el compost CEP (0.57), el cual mostró el mayor contenido en N (2.28). El mayor porcentaje en K correspondió al compost CALC (2.54). Esto muestra lo difícil que resulta equilibrar dosis recomendadas en un programa de fertilización al utilizar una fuente de abono orgánico para suplir estos elementos.

Según Benzing (2001), la calidad de un buen compost esta relacionada a la cantidad y calidad de los materiales de que se trate en la elaboración del mismo. Destaca que en los países desarrollados los materiales son más ricos en nutrientes, debido a los sistemas de producción, que utilizan mayor cantidad de insumos.

Esta misma situación es válida en nuestra condiciones, donde cultivos bien fertilizados producirán rastrojos con mayor contenido de elementos nutricionales y animales bien nutridos producirán estiércol de superior calidad.

4.3 Análisis físico-químico de los tipos de humus de lombriz

La Tabla 6 presenta los análisis realizados en diferentes procedencias de humus de lombriz que muestran el efecto del uso de lombrices sobre el producto final. En todos los casos, se observa que el lombricompost reguló los porcentajes de elementos nutricionales y la materia orgánica. También el pH del producto final, entre los diferentes lombricompost el rango registrado fue entre 4.7 a 6.6, de menor fluctuación, si tomamos en cuenta el contenido en los materiales no comportados, cuyos pH fluctuaron entre 4 y 9 (Tabla 7).

El efecto de la lombriz sobre las características finales del producto puede ser un criterio más a la hora de definir qué sistema de compostaje a utilizar. Los criterios de manejo, infraestructura y recursos disponibles, serán los que determinarán qué sistema de producción utilizar.

Tabla 5. Propiedades físico-químicas de los diferentes tipos de compost.

Tipos de compost	Contenido de los elementos en %												
	pH (Agua)	C.E. mmhos / cm	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	H2O
CJP	7.6	1.48	52.0	1.47	0.84	0.92	10.26	1.88	2.82	0.075	0.0050	0.0100	52.0
CCP	7.4	1.27	44.8	1.32	0.88	0.81	9.14	1.78	2.62	0.0475	0.0056	0.0091	44.8
CALC	8.6	22.20	29.4	1.41	1.33	2.54	10.90	1.28	1.33	0.0373	0.0067	0.0249	22.7
CV	8.6	7.44	20.1	1.15	0.95	1.82	5.94	1.41	3.66	0.0632	0.0065	0.0129	41.5
CMC	8.0	5.24	25.4	1.19	0.60	1.25	5.37	1.51	2.78	0.0614	0.0115	0.0147	46.9
CPM	8.6	5.24	25.4	1.12	0.64	1.24	5.12	1.24	2.84	0.0483	0.0062	0.0172	46.3
CEP	7.8	6.06	42.8	2.28	0.57	1.05	5.94	1.24	1.27	0.0342	0.0051	0.0189	52.2
CMB	8.3	9.73	46.8	1.21	0.95	1.88	6.7	1.15	1.32	0.0446	0.0056	0.0304	25.9
CFCJ	6.6	0.84	27.9	0.82	0.78	0.21	2.53	0.57	1.8921	0.0886	0.0040	0.0119	44.5
Promedio	7.94	6.61	34.96	1.33	0.84	1.30	6.88	1.34	2.33	0.06	0.01	0.02	41.87
Error Std	0.23	2.19	3.86	0.13	0.08	0.23	0.90	0.13	0.32	0.01	0.00071	0.00024	3.52
CV	8.52	99.43	33.13	30.30	27.99	52.82	39.42	28.56	38.73	32.38	34.26	42.65	25.23

Tabla 6. Propiedades físico-químicas de los diferentes tipos de Humus de lombriz.

Tipos de humus de lombriz	Contenido de los elementos en %												
	pH (Agua)	C.E. mmhos / cm	M.O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	Fe	Mn	Cu	Zn	H2O
LC HR	6.6	1.24	50.3	2.07	0.60	0.34	2.47	0.76	1.62	0.047	0.0042	0.019	69.4
LC JC	4.7	0.47	96.3	1.33	0.13	0.06	0.92	0.21	0.72	0.017	0.0031	0.029	74.7
LC FEC	5.0	1.05	86.5	1.79	0.15	0.03	1.70	0.24	0.62	0.016	0.0027	0.006	76.2
LC JC-1	6.6	1.24	50.3	2.07	0.60	0.34	2.47	0.76	1.62	0.047	0.0042	0.019	69.4
LC JC-2	4.7	0.47	96.3	1.33	0.13	0.06	0.92	0.21	0.72	0.017	0.0031	0.029	74.7
Promedio	5.52	0.89	75.94	1.72	0.32	0.17	1.7	0.44	1.06	0.03	0.0035	0.02	72.88
Error Std	0.44	0.18	10.62	0.17	0.11	0.07	0.35	0.13	0.23	0.01	0.00031	0.0042	1.45
CV	18	44.16	31.27	21.66	78.85	95.97	45.7	67.9	48.38	57.71	20.09	46.45	4.44

4.4 Análisis físico-químico de las diferentes fuentes utilizadas en la agricultura orgánica

En los sistemas de producción de cultivos sostenibles se utilizan diferentes fuentes y cantidades de materia orgánica, entre las más utilizadas localmente se encuentran las reportadas en las Tablas 7 y 8.

Los análisis físicos-químicos realizados, muestran mayor porcentaje de NPK en las fuentes vegetales en relación a los derivados de fuentes animales (Tablas 7 y 8). Los mayores porcentajes en materia orgánica correspondieron a los derivados de fuentes vegetales en relación a los provenientes de animales en la mayoría de los casos.

Tabla 7. Propiedades físico-químicas de las diferentes fuentes vegetales materiales utilizadas en la agricultura orgánica.

Fuentes	Contenido de los elementos en %												
	pH (Agua)	C.E. mmhos / cm	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	H2O
Cascarilla Arroz Quemada M	9.0	1.14	4.0	0.31	0.79	0.95	0.19	0.30	0.2224	0.0264	0.0013	0.0055	28.7
Cascarilla Arroz Quemada FG	7.8	0.35	2.9	0.47	0.69	0.18	0.29	0.29	0.0903	0.0273	0.0011	0.0075	67.7
Carbón de cascarilla arroz M	8.4	0.35	2.0	0.24	0.79	0.38	0.43	0.40	0.1058	0.0323	0.0010	0.0053	38.2
Cascarilla Arroz M	5.8	0.67	83.8	0.62	0.20	0.25	0.06	0.09	0.0162	0.0089	0.0004	0.0020	8.3
Cascarilla Arroz FG	6.1	0.67	89.3	0.62	0.17	0.24	0.07	0.10	0.0150	0.0119	0.0005	0.0023	9.6
Tierra Bosque	6.7	1.53	30.7	1.63	10.87	0.18	26.52	1.20	0.6979	0.0698	0.0748	0.0828	43.4
Melaza	5.2	7.64	-	0.13	0.22	1.54	0.49	0.26	0.0231	0.0039	0.0007	0.0014	-
Pulpa café Orgánico 1	7.7	1.79	47.5	2.19	4.12	0.57	11.99	2.74	0.9711	0.1125	0.0274	0.0538	35.6
Pulpa café Orgánico 2	7.6	5.46	47.5	1.68	1.59	1.52	5.02	0.94	1.2899	0.1013	0.0120	0.0279	19.0
Pulpa Café Orgánico DJ	8.0	2.73	89.3	2.29	0.41	3.72	0.66	0.25	0.0376	0.0047	0.0016	0.0011	80.3
Pulpa Café Convencional	7.4	0.59	29.3	1.60	0.29	0.46	1.85	0.44	2.5542	0.0775	0.0052	0.0060	39.9
Afrecho PB	5.8	2.10	96.3	2.23	4.09	1.67	0.07	1.30	0.0248	0.0162	0.0008	0.0060	8.0
Afrecho M	6.4	1.55	92.1	2.40	3.99	1.74	0.08	1.34	0.0263	0.0151	0.0009	0.0059	6.9
Afrecho FG	6.4	1.29	97.7	2.30	3.63	1.60	0.06	1.25	0.0072	0.0104	0.0009	0.0057	7.8
Aserrín Pino J	4.6	0.20	-	0.35	0.06	0.03	0.28	0.49	0.6622	0.0132	0.0013	0.0022	73.3
Promedio	6.86	1.87	54.80	1.27	2.13	1.00	3.20	0.76	0.22	0.04	0.01	0.01	33.34
Error Std	0.32	0.53	10.61	0.23	0.75	0.25	1.86	0.18	0.09	0.01	0.01	0.01	6.86
CV	18.20	110.66	69.84	70.28	136.30	98.39	224.26	94.09	147.23	102.57	226.85	163.39	77.01

4.5 Análisis microbiológico de los abonos orgánicos

Una de las características de importancia en la materia orgánica es el contenido microbiano, ya que la MO debe continuar su descomposición para liberar nutrientes y este papel lo juegan los microorganismos. En el proceso de descomposición de la MO, se presentan rangos de temperatura en los que predominan microorganismos llamados mesofílicos, cuando la temperatura llega hasta los 50 °C; se le llaman termofílicos cuando se hallan organismos de más de 60 °C. Durante la última etapa de maduración y enfriamiento predominan los actinomicetos.

Tabla 8. Propiedades físico-químicas de las diferentes fuentes animales utilizadas en la agricultura orgánica.

Fuentes	Contenido de los elementos en %												
	pH (Agua)	C.E. mmhos / cm	M.O	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	H2O
Estiércol Ovejo FG	8.3	7.76	75.4	2.30	2.28	3.86	1.73	1.04	0.1431	0.0124	0.0023	0.0155	24.6
Estiércol Oveja L14	8.5	12.68	54.4	1.72	2.80	4.31	6.26	1.48	0.9493	0.0681	0.0090	0.0179	21.3
Pollaza TLV	7.6	9.23	69.8	2.39	3.20	3.02	3.23	1.06	0.1647	0.0481	0.0058	0.0463	15.3
Pollaza L14	7.1	8.61	76.8	2.42	2.45	2.58	1.80	0.81	0.2830	0.0487	0.0214	0.0224	28.4
Gallinaza PB	7.2	13.68	58.6	2.59	6.45	3.58	11.60	1.18	0.2549	0.0280	0.0428	0.0388	13.3
Gallinaza J	7.6	11.15	54.4	1.17	6.22	2.68	18.49	1.30	0.3735	0.1081	0.0627	0.0936	34.3
Gallinaza GPC	8.0	15.85	54.4	2.12	5.77	3.30	13.22	1.15	0.2857	0.1039	0.0549	0.0889	22.5
Gallinaza L14	7.2	11.59	62.8	2.47	3.78	2.35	11.32	0.87	0.3700	0.0406	0.0033	0.0218	16.6
Estiércol Caballo FMD	7.3	1.86	81.0	0.93	0.88	0.72	0.93	0.58	0.5047	0.0278	0.0029	0.0103	66.7
Estiércol Vacuno P	8.8	5.51	72.6	2.03	1.91	1.97	2.81	1.10	0.3581	0.0253	0.0031	0.0115	52.8
Estiércol Vacuno PB	7.2	0.85	37.7	1.52	6.83	0.12	8.80	1.70	0.7121	0.1126	0.0073	0.0695	57.9
Estiércol Cerdo L14	6.1	0.95	29.3	1.40	4.42	0.08	6.50	0.42	4.2980	0.0937	0.0145	0.0977	53.6
Estiércol Chivo PB	8.9	5.91	78.2	2.22	2.12	3.28	1.83	1.41	0.1854	0.0405	0.0029	0.0130	14.1
Promedio	7.68	8.13	61.95	1.94	3.78	2.45	6.81	1.08	0.38	0.06	0.02	0.04	32.42
Error Std	0.22	1.36	4.41	0.15	0.55	0.38	1.53	0.10	0.07	0.01	0.01	0.01	5.21
CV	10.35	60.44	25.69	27.83	52.24	56.27	80.91	32.83	62.38	60.10	119.32	79.98	57.96

El compostaje involucra la actividad de diversos grupos de microorganismos, esto es atribuido a que las condiciones de compostaje varían y cambian continuamente en diferentes secciones de la mezcla que se prepara. Existe una gran diversidad temporal y espacial de microambientes y microorganismos que poseen en conjunto toda una gama de enzimas y metabolitos necesarios para la descomposición de los diferentes sustratos.

El análisis microbiológico del bokashi procedente de diferentes fuentes, se presenta en la Tabla 9. El bokashi BPP presenta las cantidades más bajas, lo cual podría ser atribuido a la calidad de los materiales empleados, a las altas temperaturas permitidas durante el proceso de descomposición y la cantidad de agua empleada en el proceso.

Para los casos de compost y lombricompost (Tablas 10 y 11) los tres grupos microbianos mostraron poca variación en su contenido, y con poca presencia de hongos y levaduras y actinomiceto en algunas procedencias de los tipos de compost.

También, se reportó incrementos en la población de microorganismos, hasta alcanzar poblaciones superiores, en lombricompost en relación al compost. Esto podría estar asociado a las temperaturas no muy elevadas que se logra en la cama lombricera, las cuales favorecen un desarrollo de la población microbiana, el efecto sobre el tamaño de partículas y el contenido de azúcares que excreta la lombriz.

Para el caso de lombricompost; el grupo de mayor presencia fue representado por microorganismos aerobios mesofílicos y en menor cantidad por el grupo actinomiceto excepto para la pulpa de café (Tabla 11). Este resultado puede estar asociado a la madurez del material utilizado, ya que los materiales con menor cantidad de actinomiceto son frescos o no están compostado.

Tabla 9. Microorganismos presentes en el bokashi, según procedencia.

Fuentes	Microorganismos (log UFC/g)		
	Aerobios Mesofílicos	Hongos y Levaduras	Actinomicetos
BPP	1.000	1.000	1.000
BPJ	9.447	3.176	6.908
BAA	4.67	3.60	1.00
BJJ	7.48	6.30	4.89
BBnO	7.48	7.30	5.00
BVT	7.48	5.89	3.43
Promedio	6.26	4.54	3.70
Error estándar	1.22	0.96	0.97
CV	47.76	51.98	64.05

Tabla 10. Microorganismos presentes en el compost, según procedencia.

Fuentes	Microorganismos (log UFC/g)		
	Aerobios Mesofílicos	Hongos y Levaduras	Actinomicetos
CJP	5.65	4.0	3.9
CCOOPASOL Solimán	5.67	1.0	4.9
CALC	6.46	4.28	1.00
CV	6.48	4.30	5.30
CMC	7.48	3.00	5.00
CPM	6.46	4.60	5.48
CMB	7.18	4.81	1.00
Promedio	6.48	3.71	3.80
Error estándar	0.26	0.50	0.74
CV	10.65	35.84	51.84

Tabla 11. Microorganismos presentes en lombricompost, según procedencia.

Fuentes	Microorganismos (log UFC/g)		
	Aerobios Mesofílicos	Hongos y Levaduras	Actinomicetos
LCFJC	7.48	4.11	3.15
LCFHR	5.99	4.56	2.84
Promedio	6.73	4.33	2.99
Error estándar	0.74	0.23	0.16
CV	15.60	7.39	7.36

En el análisis microbiológico de algunas fuentes, tanto de origen animal como vegetal se observó que el grupo de actinomiceto fue el de menor variación en las fuentes animales en relación a las fuentes vegetales (Tablas 12 y 13). Los grupos mesofílicos variaron más en las fuentes animales en relación a las vegetales, lo mismo ocurrió para el caso de hongos y levaduras.

Tabla 12. Microorganismos presentes en algunas fuentes animales utilizadas como abonos orgánicos y en la elaboración de compost y bokashi.

Fuentes	Microorganismos (log UFC/g)		
	Aerobios Mesofílicos	Hongos y Levaduras	Actinomicetos
Estiércol de Oveja	6.25	3.25	1.00
Pollaza	10.48	7.38	1.00
Gallinaza	8.98	4.53	1.00
Promedio	8.57	5.05	1.00
Error estándar	0.25	0.42	0
CV	24.97	41.78	0

Tabla 13. Microorganismos presentes en algunas fuentes vegetales utilizadas como abonos orgánicos y en la elaboración de compost y bokashi.

Fuentes	Microorganismos (log UFC/g)		
	Aerobios Mesofílicos	Hongos y Levaduras	Actinomicetos
Pulpa de Café	6.94	6.83	4.46
Pulpa de Café Molida	5.15	3.00	2.30
Afrecho	7.58	6.76	1.00
Promedio	6.56	5.53	2.59
Error estándar	0.73	0.40	0.68
CV	19.21	39.60	67.56

V. CONSIDERACIONES GENERALES

Durante el proceso de elaboración de los abonos orgánicos en fincas de productores, se utilizan diferentes materiales procedentes de diversas fuentes y se procesan en diferentes condiciones ambientales y de manejo. Esto le confiere a estas enmiendas variabilidad en el contenido de nutrientes y actividad microbiológica en el producto final obtenido.

Los abonos orgánicos cumplen varias funciones en los sistemas agrícolas, tales como: aporte de nutrientes, mejoradores de la eficiencia del suelo en el reciclaje de nutrimentos y del agua. Sin embargo, las tasas de liberación de nutrimentos de los abonos orgánicos son lentas, lo que se convierte en una limitante para su utilización. Es necesario estudiar la tasa de liberación de nutrimentos en los abonos orgánicos, si se quiere utilizar en la producción orgánica de cultivos. Igualmente se hace necesario tener regulaciones de etiquetado que permitan al consumidor conocer mejor los materiales que adquiere.

En el caso particular de la producción de compost en fincas de productores, se observó que este se prepara en trincheras construidas en el suelo techada o sin techar, en plena superficie del suelo cubierto con lonas o sin ellas. En algunas de ellas no se observó control de temperatura. Todas estas diferencias en el proceso de producción confieren una alta variabilidad en el contenido de los elementos nutritivos, así como la pérdida de los mismos cuando están a la intemperie. En la elaboración de bokashi, a diferencia de las plantas comerciales visitadas, otras variantes fueron observadas, las cuales carecen de infraestructura adecuada y lo hacen de manera artesanal, que imposibilita el manejo que se debe dar para lograr un buen producto final.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las fincas y las plantas que procesan abonos a nivel comercial, emplean los materiales disponibles en la zona o introducidos desde otras localidades. Esto provoca variabilidad en el porcentaje de nutrientes y la población microbológica de las enmiendas. También el proceso de producción, manejo y almacenamiento son fuentes de variación.

El porcentaje de NPK en los estiércoles resultó mayor en relación a los derivados vegetales. Los mayores porcentajes en materia orgánica correspondieron a los derivados vegetales en relación a los provenientes de animales. Es importante destacar, que la fertilización basada solo en la aplicación de abonos orgánicos no es suficiente para sostener la productividad deseada, y mucho menos en cultivos anuales.

Se observó, que el lombricompost en forma general regula el pH del producto final en relación a los materiales no compostados de uso en la agricultura, que fueron analizados en esta investigación.

El bokashi presenta cantidades variables de las propiedades físico-químicas y del contenido microbiano, que pueden estar asociadas a la calidad de los materiales empleados, las temperaturas permitidas durante el proceso de descomposición y la cantidad de agua empleada en el proceso.

En la elaboración de compost, es necesario adecuar el lugar donde se realizará la mezcla, procurando que no haya acumulación de humedad, y que se facilite el volteado de la misma en función de la temperatura.

En la elaboración de bokashi, es necesario considerar el equipamiento de la planta, la maquinaria necesaria para facilitar el procesamiento de los materiales a mezclar, el volteado frecuente de la mezcla y empaque final de la misma.

Independientemente del abono orgánico de que se trate, es recomendable procurar el uso de materiales con alto contenido de nutrientes. De esto depende la riqueza en elementos nutritivos y el crecimiento de microorganismos que continúen el proceso de liberación de los mismos.

Se recomienda que las autoridades correspondientes tomen el control en la elaboración de enmiendas orgánicas, procurando la legislación pertinente y las normas de procesamiento y etiquetado del producto final, donde especifique la inocuidad y análisis de su contenido.

Sí el propósito de preparar abonos orgánicos es el de nutrir cultivos de alto valor comercial, estos deben ser enriquecidos con materiales que confieran mayor contenido de elementos; tales como: harina de pescado, harina de hueso y minerales permitidos en la producción orgánica de cultivos, como serían sulfato doble de potasio y magnesio (Sulpomag), roca fosfórica, entre otros.

VII. AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF), por el apoyo financiero de los análisis de las muestras en el ámbito del Proyecto Solimán/ Juncalito.

A la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) por el apoyo financiero de los análisis de las muestras de abonos y las materias prima, en el ámbito del Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS).

A Bioversity Internacional, por sus aportes técnicos, dentro del Proyecto Calidad y Salud de Suelos Bananeros.

Al Ingeniero Elpidio Avilés, por su participación en la recolección de las muestras de abonos.

Al Ingeniero Ucelvio Santos, por colaboración en el muestreo de los abonos de Solimán.

A los Ingenieros Pedro Núñez, Isidro Almonte y José Miguel Méndez, por la colaboración en la redacción e interpretación de los resultados.

VIII. REFERENCIAS

Atlas, R.M.; Bartha, R. 2002. Ecología microbiana y microbiología ambiental. 2da edición en español. Pearson Educación, S.A. Madrid, ES. 677 p.

Benzing, Albrecht. 2001. Agricultura Organica- fundamentos para la región andina. Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, Alemania. 682 p.

Coyne, 2000. Microbiología de Suelos: un enfoque exploratorio. Editorial Paraninfo. Madrid, ES. 416 p.

Cuesta, M. 2002. La agricultura orgánica y las dimensiones del desarrollo. XIII Congreso del INCA. Universidad Agraria de La Habana. La Habana, CU. 60 p.

InfoStat 2004. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, versión 2004, Editorial Brujas Argentina. Córdoba, AR. 318 p.

Meléndez, G. 2003. Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos. En ABONOS ORGÁNICOS: Principios, características e impacto en la agricultura. Ed. Meléndez, G. San José, CR. P 50-63.

- Noriega, G.; Altamirano, A. 1998. Manual de lombricultura. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, MX. 66 p.
- Palmisano, A.C.; Barlaz, M.A. (Eds.) 1996. Microbiology of Solid Waste. CRC Press, Inc., 2000 Corporate Blvd., N.W., Boca Raton, FL 33431 USA. 169 p.
- Peneque, V. M.; Calaña J. M. 2004 Abonos Orgánicos, conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Folleto Técnico. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales. La Habana, CU. 96 p.
- Pietronave, S.; Fracchia, L.; Martinotti, M.G. 2002. Researchers analyze how microorganisms suppress pathogen regrowth. *BioCycle Journal of Composting and Organics Recycling* 43(10):57-60.
- Rosabal A. *et al.* 2002. La cachaza y el estiércol vacuno, una alternativa en la producción tabacalera. XIII congreso del INCA. La Habana, CU. 60 p.
- Russell, E.W. 1967. Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas. Ed. Revolucionaria. La Habana, CU. 84 p.
- Ryckeboer, J.; Cops, S.; Coosemans, J. 2002. The fate of plant pathogens and seeds during anaerobic digestion and aerobic composting of source separated household wastes. *Compost Science and Utilization* 10(3):204-216.
- Santos, U. 2004. Caracterización del sistema de producción de café orgánico de Solimán. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). En *Café: Resultados de investigación*. Volumen, pp:29-53.

*Caracterización de la fertilidad de los suelos de pequeños
productores agrícolas de La Vega,
República Dominicana*



*José Cepeda Ureña
Elpidio Avilés Quezada*

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Los factores de suelo y clima pueden ser responsables directos del fracaso o del éxito de una empresa o proyecto agrícola. Informaciones de suelo y clima tales como pH, contenido de aluminio y manganeso e informaciones climáticas tales como épocas de lluvias, intensidad de precipitación y otras, son fundamentales y deben estar disponibles al momento de planificar una inversión o proyecto agrícola. En la práctica, muchos proyectos fracasan o no logran los resultados esperados al no tomar en cuenta situaciones y recomendaciones que se destacan en estudios químicos de suelo.

En el caso de las informaciones de suelo, estas son fácilmente determinables por medio de análisis químicos y del estudio de perfiles de suelo; sin embargo, actualmente no se dispone de información precisa sobre las características químicas de los suelos de los pequeños productores agrícolas incluidos dentro del Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS) de La Vega. Esto es así, ya que tradicionalmente los pequeños productores de la República Dominicana no analizan sus suelos y los de La Vega no son una excepción. De esta manera, tanto en la agricultura convencional como en la orgánica, muchas veces se realizan prácticas culturales sin tomar en consideración aspectos fundamentales de suelo que pueden ser responsables de los bajos rendimientos o de pérdidas de cosechas.

En el caso del Proyecto de Agricultura Sostenible, la ausencia de estas informaciones conducirá a que los agricultores realicen una agricultura sostenible empírica, sin que se conozcan los atributos o limitaciones de sus terrenos. El PAS puede contribuir a capacitar a los agricultores para que conozcan mejor sus terrenos y de esa manera puedan mejorar aquellas características que pudiesen resultar negativas o limitantes a la producción. Es el interés de este trabajo, proporcionar los datos de suelo que permitan el uso adecuado de las tierras y los cultivos en un ambiente de agricultura sostenible.

Los datos obtenidos por esta investigación se utilizarán para hacer recomendaciones sobre como reducir el uso de fertilizantes químicos en aquellos casos que proceda, preservar la estructura de los suelos, reducir la erosión, preservar la flora y fauna y mejorar la salud de los suelos, en sentido general.

1.2 Objetivo

Estudiar la fertilidad de los suelos dentro del área de influencia de los beneficiarios del Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS) de La Vega.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en cinco comunidades de la provincia de La Vega, República Dominicana; estas comunidades son: Barranca (paraje Las Yayas), Cutupú (paraje Las Martínez), Rincón (paraje La Rosa), La Torre (paraje Jagua Gorda) y Jarabacoa (paraje Limonal). Las cinco zonas corresponden a la división territorial de trabajo de la Secretaría de Estado de Agricultura dentro de la Provincia de La Vega. La provincia está localizada en la latitud 19° 15' norte y longitud 70° 33' oeste; el municipio de La Vega posee una altitud de 97 msnm, temperatura media de 27 °C y una pluviometría de 1,423 mm/año.

La investigación consistió en una caracterización química de los suelos de 46 parcelas de productores y dos parcelas de investigación del proyecto, para un total de 48 fincas. Estas parcelas pertenecen al Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS) que auspician la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), la Secretaría de Estado de Agricultura (SEA) y el Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF).

El estudio fue realizado entre noviembre 2005 y mayo 2006 y consistió en muestreos de suelo de 0-20 y 20-40 cm. de profundidad. Se evaluó el color del suelo, pendiente, cultivos sembrados e informaciones sobre el manejo de las parcelas por parte de los propietarios. También se georeferenciaron las parcelas con coordenadas geográficas en el centro de las mismas. Las variables químicas de suelo analizadas fueron: pH, CE, CaCO_3 , Ca, Mg, K, Na, H+Al, CICE, Fe, Mn, Cu, Zn, B, S, P, %MO y textura. En la Tabla 1 se presentan las metodologías de laboratorio utilizadas en los análisis y se incluyen las referencias de lugar; los análisis fueron realizados en el laboratorio agrícola de la compañía Fertilizantes Químicos Dominicanos (FERQUIDO).

Los productores que forman parte del PAS fueron seleccionados directamente por su condición de ser líderes comunitarios receptivos a nuevas tecnologías. En las cinco zonas prevalece la agricultura convencional, siendo escasos los agricultores que practican la agricultura orgánica o sostenible.

La investigación es de tipo descriptiva y los datos fueron analizados mediante estadísticos de tendencia central, tales como, media, mediana, máximo, mínimo y desviación estándar. Durante la investigación no se sembraron cultivos ni se aplicaron productos. Se llenó una hoja de información por agricultor para describir cada parcela y conocer el manejo de los cultivos. Para el análisis de los suelos, se utilizaron las metodologías mostradas en la Tabla 1.

Tabla 1 Metodologías usadas en los análisis de suelo con fines de evaluación de la fertilidad.

Método	Elementos analizados	Composición solución extractora	Relación suelo:extractora	Referencias
ISFEIP (Hunter)	P, Fe, Mn, Cu, Zn	NaHCO_3 0.25M + EDTA 0.01M + NH_4F 0.01N a pH 8.5	1:10	ISFEIP, 1972
Acetato amonio 1 N	Ca, Mg, K, Na	NH_4AcO 1N pH 7.0	1:10	Brown and Warncke, 1988
Fosfato monocálcico	S	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 500 mg P/L	1:2.5	Islam, 1988; Hoef <i>et al.</i> , 1973
Fosfato monocálcico	B	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 500 mg P/L	1:2.5	Ubiera, 1982
Cloruro de potasio	Ca y Mg , H+Al	KCl 1N	1:10	Diaz-Romeu and Hunter, 1978
Bouyoucos	Textura	Água	-	Bouyoucos, 1936
Salinidad	Sales solubles	Água	1:2	SSSA, 1996
Walkley-Black	Materia orgánica	Dicromato de potasio 1N más H_2SO_4 concentrado	1:20	Walkley and Black, 1934
Potenciométrico	pH	Agua y/o CaCl_2 0.01M	1:2	SSSA, 1996
Calcímetro	% CaCO_3	HCl 6M	-	SSSA, 1996

La interpretación de los análisis de suelo se hace en base a tablas calibradas por cultivo, tablas con niveles críticos generales (bajo, medio, alto, etc.) o en base a un único nivel crítico. Un ejemplo de esto, es el estudio realizado por el Instituto de la Potasa y el Fósforo (PPI) de los Estados Unidos de América, donde se evaluaron los niveles nutricionales del P y del K en los suelos americanos para el año 2005; en ese estudio se utilizaron como

indicadores niveles críticos únicos. Para el caso del K, determinado en acetato de amonio 1N y para P, extraído por el método Bray P-1, los niveles críticos fueron 0.35 meq K/100 g y 25 ppm de P, respectivamente. En la Tabla 2 se presentan los criterios de interpretación de análisis de suelos según varias fuentes.

Tabla 2 Interpretación de análisis de suelos reducida a rangos medios, óptimos y nivel crítico según diferentes autores.

Elemento	Unidad	Bertsch, 1995	Ferquido, 2004	Muñiz, 1992	Better Crops, 2006	Romeu y Hunter, 1978
		Rango medio	Rango deseable	Rango medio	Nivel critico	Rango óptimo
Calcio	Meq/100 ml	4-20	3.5-30	3-6		> 4.0
Magnesio	Meq/100 ml	1.0-5.0	1.5-10	1.5-2.5		> 2.0
Potasio	Meq/100 ml	0.2-0.6	0.5-2.0	0.2-0.4	> 0.35	> 0.4
Sodio	Meq/100 ml		< 2.0			
Acidez int.	Meq/100 ml	0.5-1.5	< 0.5	< 0.5		
Ca/Mg	-	2-5	2-6			2-6
Mg/K	-	2.5-15	2-12			3.6-14
(Ca+Mg)/K	-	10-40	10-40			10-60
Hierro	ppm	10-100	10-100	2.6-4.5		20-80
Manganeso	ppm	5-50	10-40	> 1.0		10-100
Cobre	ppm	2-20	3-15	> 0.2		3-20
Zinc	ppm	2-10	3-15	0.6-1.0		3-36
Boro	ppm		0.5-2.0			0.5-8
Azufre	ppm		20-80			20-80
Fósforo	ppm	10-20	20-80	12-35	> 25	20-80
Materia org.	%		3-7	2-4		
CaCO ₃	%		< 10%			
CE 1:2	dS/m		< 0.75	> 4 pasta		
pH	-	5.6-6.5	5.5-7.5	5.5-6.5		

Espacios en blanco en la tabla indican valores no reportados

Soluciones extractoras referidas en la Tabla 2:

Bertsch: Acidez, Ca y Mg extraídos con KCl 1N 1:10

K, P, Mn, Zn, Cu y Fe extraídos con Olsen modificado 1:10.

Ferquido: ISFEIP y acetato de amonio, ver Tabla 1.

Muñiz: Fe, Cu, Mn, Zn extraídos con DTPA; P método Olsen; Ca, Mg, K usando acetato de amonio 1N pH 7, relación 1:10.

Better Crops: P usando Bray P-1; K usando Acetato de amonio 1N pH 7, relación 1:10.

Díaz-Romeu y Hunter: Acidez, Ca y Mg extraídos con KCl 1N 1:10; K, P, Mn, Zn, Cu y Fe extraídos con Olsen modificado 1:10; B y S extraídos con fosfato de calcio 1:2.5.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 3, se presentan las características generales de las cinco zonas estudiadas según observaciones realizadas durante el primer semestre del año 2006. En la misma se presenta el tamaño promedio de las parcelas

por zona, el cultivo dominante, la altura promedio aproximada del paraje y latitud y longitud para su localización geográfica.

Con relación al cultivo, hay que destacar que muchas de estas parcelas corresponden a sistemas mixtos de varios cultivos o cultivos más crianza de animales, a pesar de su pequeño tamaño. En el caso de la altura sobre el nivel medio del mar en metros (msnm), se tomó como referencia el valor promedio de todas las parcelas por comunidad.

Tabla 3. Principales características de referencia de las zonas de estudio.

Zona	Paraje	Tamaño promedio de parcela (ha)	Cultivo dominante	Latitud de referencia	Longitud de referencia	Altura (msnm)
Rincón	La Rosa	0.44	Vegetales	19°-10' 23.39'' N	70° - 22' 37.83'' W	67
Barranca	Jamo	0.72	Plátano	19°-14' 44.12'' N	70° - 29' 33.59'' W	100
Cutupú	L a s Martínez	0.66	Plátano	19°-15' 6.95'' N	70° - 32' 52.48'' W	124
La Torre	J a g u a Gorda	0.63	Batata	19°-14' 45.60'' N	70° - 39' 23.80'' W	487
Jarabacoa	Limonal	0.67	Plátano	19°-08' 21.58'' N	70° - 35' 10.55'' W	564

En la Tabla 4 se presenta la relación de los agricultores a los cuales se les hizo la evaluación de suelo, también se incluyen los datos correspondientes a los lotes experimentales del Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS). Las parcelas del PAS se encuentran localizadas en los alrededores del área de estudio de las zonas de Pontón y de Jarabacoa.

De las 46 parcelas muestreadas, 45 pertenecen a hombres y una sola a mujer. El tamaño mínimo fue de 0.12 y el máximo de 2.52 hectáreas; 40 de 46 agricultores poseía menos de una hectárea de terreno, lo que confirma que se trata de agricultores muy pequeños. En ninguna de las parcelas visitadas se observó sistema de riego, ni siembra en túneles y para los casos de siembra de vegetales, los agricultores utilizaban semilleros en tierra y uno solo utilizaba siembras en bandejas. Durante los recorridos no se observaron medidas para el control de la erosión, a pesar de que en dos comunidades aparecieron parcelas con fuertes pendientes, superiores al 30%, como es el caso de Jagua Gorda y de Limonal. De todo lo anterior, se percibe que el nivel tecnológico de manejo es bajo.

3.1 Las Yayas, Barranca

La comunidad de Las Yayas pertenece a la zona Barranca y se encuentra a unos 100 metros sobre el nivel medio del mar (msnm). Los cultivos más comunes en la zona al momento de los muestreos eran plátano, tabaco, ajíes y yuca. Las características químicas de los suelos de la zona y la textura correspondiente se presentan en la Tabla 5. En general, los suelos son de colores oscuros como el negro o el marrón (Figura 1).

Tabla 4 Características e informaciones generales de las parcelas pertenecientes al PAS, La Vega, República Dominicana

Parcela	Nombre	Área (ha.)	Cultivo (*)	Latitud	Longitud	Altitud	Color 0-20 cm.	Descripción color
Yayas, Barranca								
1	Francisco Antonio Surriel	0.50	Tabaco	19°-14'-38.6'' N	70°-29'-35.1'' W	100	5Y 2,5/2	Negro
2	Benedicto Mejía	0.69	Tabaco	19°-14'-43.4'' N	70°-29'-47.1'' W	97	2,5Y 6/4	Marrón amarillento
3	Felipe Alberto García	0.22	AjÍ picante	19°-14'-44.7'' N	70°-29'-40.4'' W	96	2,5Y 5/4	Marrón olivo claro
4	Francisco Alejo García	1.26	Yuca	19°-14'-53.6'' N	70°-29'-40.8'' W	97	2,5Y 5/4	Marrón olivo claro
5	José García Bencosme	1.89	Plátano	19°-15'-26.4'' N	70°-29'-15.5'' W	108	2,5Y 2,5/1	Negro
6	Fausto Bidó	1.89	Yuca	19°-15'-15.7'' N	70°-28'-57.7'' W	106	2,5Y 2,5/1	Negro
7	José Antonio Bidó	0.63	Plátano	19°-14'-47.4'' N	70°-29'-37.6'' W	95	2,5Y 5/3	Marrón olivo claro
8	Celestino Fuente	1.13	Plátano	19°-14'-53.3'' N	70°-29'-24.4'' W	97	2,5Y 4/2	Marrón grisáceo
9	José Morillo	0.31	Plátano	19°-14'-26.6'' N	70°-28'-54.8'' W	102	2,5Y 2,5/1	Negro
10	Máximo Alejo	0.57	Yuca	19°-14'-45.4'' N	70°-29'-27.8'' W	100	5YR 2,5/1	Negro
Jagua Gorda, La Torre								
10	Estanislao Canela	0.50	Yuca	19°-14'-39.7'' N	70°-39'-55.2'' W	420	2,5Y 6/3	Marrón amarillento
11	Ramón Emilio Caba	1.01	Yuca	19°-14'-48.7'' N	70°-38'-33.0'' W	482	2,5Y 5/3	Marrón olivo claro
12	Máximo Rodríguez	0.13	Tomate	19°-14'-34.3'' N	70°-39'-06.3'' W	511	10YR 5/3	Marrón
13	Manuel Peña	0.75	Plátano	19°-14'-35.7'' N	70°-39'-08.6'' W	521	10 YR 5/3	Marrón
14	Bernardo Cepeda	0.63	Habichuela	19°-14'-56.9'' N	70°-39'-28.8'' W	510	2,5Y 5/3	Marrón olivo claro
15	Isaías Alvarado	0.50	Batata	19°-15'-01.6'' N	70°-39'-20.1'' W	472	10YR 4/3	Marrón
16	Marino Perdomo R.	1.89	Batata	19°-14'-58.3'' N	70°-39'-23.9'' W	493	2,5Y 4/4	Marrón olivo claro
Las Martínez, Cutupú								
18	Estación JICA Ponton	0.50	Barbecho	19°-0'-11.58'' N	70°-29'-40'' W	73	10YR 5/3	Marrón
19	Miguel Caraballo	0.31	Guandul	19°-14'-54.6'' N	70°-32'-49.3'' W	127	7,5YR 4/3	Marrón
20	Antonio Fernández H.	0.63	plátano	19°-14'-54.3'' N	70°-32'-47.9'' W	124	5YR 4/2	Gris rojizo oscuro
21	Olivo de Jesús Fernández	0.50	plátano	19°-15'-01.5'' N	70°-32'-56.6'' W	128	7,5YR 4/3	Marrón
22	Ramón Fernández F.	0.44	yuca	19°-15'-05.2'' N	70°-32'-56.8'' W	128	2,5Y 5/3	Marrón olivo claro
23	José Rosario	0.38	plátano	19°-15'-05.9'' N	70°-32'-55.7'' W	98	5YR 5/3	Marrón rojizo
24	Ramón Díaz	1.45	plátano	19°-15'-05.3'' N	70°-32'-50.6'' W	127	10YR 4/2	Marrón grisáceo
25	Ocadio Fernández	0.94	plátano	19°-15'-07.0'' N	70°-32'-54.9'' W	128	7,5YR 5/2	Marrón
26	Nanán Ferreiras	0.88	plátano	19°-15'-06.1'' N	70°-32'-42.2'' W	124	2,5Y 3/2	Marrón grisáceo
27	José Antonio Fernández	0.69	batata	19°-15'-10.1'' N	70°-32'-53.8'' W	129	10YR 4/3	Marrón
28	Juan de Jesús Fernández	0.57	plátano	19°-15'-14.5'' N	70°-32'-57.0'' W	131	2,5Y 5/2	Marrón grisáceo

(*) Se refiere al cultivo principal

Tabla 4 Continuación

Parcela	Nombre	Área (ha.)	Cultivo (*)	Latitud	Longitud	Altitud	Color 0-20 cm.	Descripción color
Limonal, Jarabacoa								
29	Porfirio Pérez S. (JICA)	0.50	Barbecho	19°-07' -55.4'' N	70°-34' -57.0'' W	566	7,5YR 4/3	Marrón
30	Marcelino Pérez Sánchez	0.69	Barbecho	19°-07' -54.6'' N	70°-34' -57.7'' W	566	5YR 4/6	Rojo amarillento
31	Porfirio Pérez	0.25	Barbecho	19°-07' -58.1'' N	70°-35' -05.2'' W	565	5YR 4/3	Marrón rojizo
32	Antolín Pérez Sánchez	0.31	Plátano	19°-07' -57.7'' N	70°-35' -07.2'' W	565	5YR 4/3	Marrón rojizo
33	Mateo Pérez	0.25	Batata	19°-08' -07.4'' N	70°-35' -11.5'' W	562	2,5YR 4/4	Marrón olivo
34	Rufino Pérez	2.52	Barbecho	19°-08' -14.3'' N	70°-35' -13.0'' W	557	5YR 4/4	Marrón rojizo
35	José Marte	0.50	Café	19°-08' -26.1'' N	70°-35' -16.8'' W	564	5YR 5/3	Marrón rojizo
36	Osiris Batista Batista	0.22	Auyama	19°-08' -08.9'' N	70°-34' -54.6'' W	564	5YR 4/4	Marrón rojizo
37	Martín Payano	0.75	Barbecho	19°-08' -01.1'' N	70°-34' -51.7'' W	568	10R 4/3	Rojo suave
38	Tomas Santos Díaz	0.75	Plátano	19°-07' -50.1'' N	70°-35' -09.6'' W	561	5YR 4/4	Marrón rojizo
La Rosa, Rincón								
39	Pedro González Comprés	0.31	Vainitas	19°-10' -21.1'' N	70°-22' -39.1'' W	66	2,5Y 6/3	Marrón amarillento
40	Rogelio compres	0.57	plátano	19°-10' -21.0'' N	70°-22' -39.9'' W	66	2,5Y 6/3	Marrón amarillento
41	Adriano Compres Ovalle	0.63	plátano	19°-10' -19.6'' N	70°-22' -40.5'' W	66	2,5Y 6/4	Marrón amarillento
42	Eusebio Contreras	0.38	Vainitas	19°-10' -20.3'' N	70°-22' -40.3'' W	66	2,5Y 6/3	Marrón amarillento
43	Agustín Díaz Beato	0.57	plátano	19°-10' -19.1'' N	70°-22' -42.0'' W	66	2,5Y 6/3	Marrón olivo
44	Eliseo Cruz	0.31	Musú	19°-10' -21.6'' N	70°-22' -38.5'' W	67	2,5Y 5/3	Marrón olivo
45	Segundo Comprés	0.38	Berenjena	19°-10' -22.1'' N	70°-22' -27.2'' W	67	2,5Y 5/4	Marrón olivo
46	Francisco A. Comprés	0.38	plátano	19°-10' -24.9'' N	70°-22' -40.4'' W	67	2,5Y 5/3	Marrón amarillento
47	Beatriz Gómez	0.57	arroz	19°-10' -36.3'' N	70°-22' -35.5'' W	70	2,5Y 2,5/1	Negro
48	Domingo A. Taveras	0.25	pepino	19°-10' -27.9'' N	70°-22' -34.9'' W	70	10YR 2/2	Marrón olivo

(*) Se refiere al cultivo principal



Figura 1. Cultivos asociados en Las Yayas, Barranca

En su mayoría, estos terrenos son calcáreos con pH en agua de 7.6 o superior; son suelos ricos en cationes alcalinos como calcio, magnesio y potasio. Las relaciones Ca/Mg y Mg/K se encuentran en los rangos que la literatura considera normales. No tienen sales ni sodio. La materia orgánica es muy variable, con valores que oscilan entre 1.4 y 5.8 y mediana de 3.2. Cinco parcelas presentaron bajos niveles de materia orgánica.

Figura 1. Cultivos asociados en Las Yayas, Barranca

La textura en la capa arable es pesada con suelos arcillosos o franco-arcillosos; los valores de arcilla varían entre 32 y 72%, con una media de 54% en la capa de 0-20 cm. Las características del subsuelo, capa de 20-40 cm., son muy parecidas a las del suelo, pero la arcilla aumenta a 58% de promedio, es decir, los suelos son más pesados con la profundidad.

El contenido de fósforo de los terrenos es bajo, con una mediana de 5 ppm y se destaca, que sólo una muestra, de 10, presentó un valor adecuado de 21 ppm. Con relación a los elementos menores, el zinc y el manganeso se presentan en valores bajos, lo cual es propio de los suelos calcáreos. Lo mismo ocurre con el boro. Varias muestras de suelo presentaron valores bajos de hierro. El azufre está bajo en la mayoría de las muestras, capa de 0-20 cm.

3.2 Jagua Gorda, La Torre

El paraje Jagua Gorda pertenece a la zona agrícola La Torre y tiene una altura aproximada de 487 msnm; los cultivos más comunes eran guandules, yuca, frijol y batata. La mayoría de las parcelas corresponden a suelos de montaña, con pendientes comprendidas entre 30 y 60% (Figuras 2 y 3). Los colores de suelo más comunes son el marrón y marrón olivo.



Figura 2. Ambiente típico de montaña del paraje Jagua Gorda.

La textura predominante de los suelos de Jagua Gorda es la franco-arcillosa, con arcilla cercana al 37% en la capa superior y de igual valor en la capa de 20-40 cm., también con predominio de la textura franco-arcillosa, Tabla 6. No es de esperar problemas de drenaje en estos suelos por exceso de humedad debido a la alta pendiente en los predios.



Figura 3. Asociación de cultivos usual en Jagua Gorda

Los terrenos corresponden a suelos no calcáreos con pH comprendidos entre 6.2 y 7.2, y media de 6.6. Estos suelos poseen altos contenidos de calcio, magnesio y potasio. Un aspecto de interés de los mismos es la alta relación Mg/K; por consiguiente, conviene mantener observancia sobre la nutrición potásica de los cultivos, debido a posibles efectos antagónicos. Esto se puede comprobar con pérdidas de rendimientos, síntomas de deficiencias de potasio o por caídas en las concentraciones foliares de uno de los elementos involucrados en la relación, en este caso, el potasio. Aunque, hay que destacar, que esto ocurre más frecuentemente con relaciones Mg/K extremas (por ejemplo, Mg/K mayor de 17).

El fósforo va de bajo o medio, dependiendo de la parcela; pero en un caso es muy alto, muestra 13, posiblemente por fertilización reciente; obsérvese, que tanto este elemento como el potasio están muy altos en comparación a las demás muestras de la comunidad. Los microelementos manganeso y zinc (excepto una muestra), están bajos; mientras que hierro y cobre están en cantidades adecuadas. Casi todas las muestras están medias en boro. El azufre está bajo en la mayoría de las parcelas. Hay que destacar, que en este paraje predomina un sistema de producción de cultivos intercalados con dos o tres especies sembradas tanto para consumo como para su venta. Sólo se encontró un caso de siete parcelas con un solo cultivo.

Por otra parte, fue notoria la falta de medidas para el control de la erosión a pesar de que la pendiente era fuerte o muy fuerte en la mayoría de los predios.

3.3 Las Martínez, Cutupú

El paraje Las Martínez pertenece a la zona agrícola Cutupú y se encuentra a unos 5 km. del Municipio de La Vega y en los alrededores de la Estación Experimental de la Escuela Agrícola Salesiana. El paraje se encuentra a 124 msnm y los cultivos más comunes eran el plátano, la batata y el guandul (Figura 4). Los colores de suelo más frecuentes son el marrón y el marrón grisáceo.



Figura 5. Cultivo de Plátano afectado con sigatoka negra en Las Martínez

Los suelos de Las Martínez presentan pH en agua entre 5.7 y 7.2 con una media de 6.3; esto es indicativo de que no hay problemas de acidez en los mismos (Tabla 7). Ninguna de las parcelas muestreadas presentó condiciones calcáreas. Los valores de calcio y magnesio son altos, lo cual es común en el triángulo formado por los suelos de los municipios de La Vega, Moca y Salcedo. El potasio está entre mediano y alto, dependiendo de la parcela, con valores que varían entre 0.2 y 1.1 y con una media muy buena de 0.4 meq/100 ml de suelo. Sin embargo, el balance Mg/K está alto, por lo que conviene el monitoreo de la nutrición potásica de los cultivos; especialmente para aquellos casos en que los mismos muestren síntomas de deficiencias de potasio. Este monitoreo puede realizarse mediante el análisis foliar de las plantaciones; también, mediante la observación de deficiencias de potasio en los cultivos. No hay presencia de sales ni de sodio, lo cual se corresponde con el drenaje y la pluviometría de la región.

Con relación a la materia orgánica (M.O.), siete de diez suelos poseían menos de 3.0%, lo cual no es recomendable si tomamos en cuenta que la M.O. mejora la mayoría de las propiedades física, químicas y biológicas del suelo. Valores de M.O. por debajo de 3% no son deseables, especialmente si hay elementos gruesos en el suelo.

El elemento hierro estaba adecuado en todas las parcelas con una media de 100 ppm, al igual que el manganeso, con excepción de dos parcelas. El boro, solo se encontraba bajo en una sola finca, por tanto, no es de esperarse problemas nutricionales con este elemento en esta comunidad. El zinc variaba entre 1.1 y 3.6 ppm, con mediana de 2.2, es decir, solo unas pocas parcelas mostraban valores bajos en este elemento. El azufre se presentaba en rango medio, con una concentración de 10 ppm.

La textura mas abundante en Las Martínez es la arcillosa (A) tanto a nivel de suelo como de subsuelo, con 42% de arcilla en el suelo y 48% en el subsuelo. Los terrenos de la comunidad son suavemente ondulados o llanos y no parecen tener problemas de drenaje.

En Las Martínez aparecieron tres parcelas con buen contenido de fósforo, pero la mediana de la comunidad estaba en 7.4 ppm, es decir, que la mayoría de las parcelas estaban bajas en este elemento.

3.4 Limonal, Jarabacoa

En la comunidad de Limonal se siembran vegetales, habichuela y plátano y la misma se encuentra a 564 msnm y está localizada a unos 8 Km. del Municipio de Jarabacoa; se llega a ella por medio de la carretera Jarabacoa-Salto de Jimenoa. La mayoría de las parcelas de El Limonal tienen suelos de color marrón-rojizo o rojizo y los terrenos son suavemente ondulados o con pendiente suave.

Los suelos del paraje son ácidos pero con niveles bajos de aluminio extraíble, por consiguiente, no requieren enmiendas calcáreas porque la acidez no es tan fuerte como para afectar a los cultivos. El pH de los terrenos varía entre 5.2 y 6.6 con una media de 5.8 (Tabla 8). Los niveles de calcio están más bajos que en otras comunidades de La Vega, pero aun así son normales y varían entre 3.5 y 9.5 meq/100 ml de suelo.

El magnesio de El Limonal se encuentra por debajo de 1.5 meq/100 ml e incluso una parcela presenta valor inferior a uno. Probablemente, en la comunidad deben encontrarse parcelas con niveles más bajos de este elemento. Con relación al potasio, cinco parcelas poseían menos de 0.30 meq/100 ml, tres parcelas con valores altos, superiores a 0.50 meq/100 ml, y dos parcelas entre 0.30 y 0.50.

La textura de la capa vegetal es pesada con valores de arcilla que varían entre 32 y 60%, con una media de 54%. En la capa inferior de 20-40 cm., los suelos son aun más pesados con un contenido de arcilla de 67% en promedio. Sin embargo, la estructura de los suelos de Limonal pudo observarse que era granular o de bloques subangulares, lo que unido a la suave pendiente favorece el drenaje de los terrenos.

De las comunidades visitadas en este estudio, Limonal es la que posee mejores niveles de fósforo, con mínimo de 4 y máximo de 46 ppm y mediana de 23 ppm. Esto es el resultado de la siembra de vegetales con adecuada fertilización. También, Limonal posee los mejores niveles de elementos menores tales como hierro, cobre, manganeso y zinc en comparación a las comunidades estudiadas. El azufre es otro elemento que se encuentra en nivel alto. Esto es el resultado de la combinación de suelos ácidos, lo cual mejora la disponibilidad de los metales pesados, con las aplicaciones de fertilizantes. El boro, como excepción, está bajo en la mayoría de las parcelas visitadas.

3.5 La Rosa, Rincón

La comunidad de La Rosa se encuentra a unos 6 km. del Municipio de La Vega y a unos 67 msnm. Varias de las parcelas se encuentran al borde del Río Camú, por tal razón, la altura respecto al nivel medio del mar es inferior al de las otras comunidades. Los cultivos comunes para la fecha de muestreo fueron: vainitas largas y cortas (Guabín), berenjenas chinas y plátano (Figura 5). Los terrenos tienen topografía plana y los colores de suelo dominantes eran marrón amarillento y marrón olivo.



Figura 6. Cultivo de vegetales en La Rosa, Rincón

La mayoría de los suelos de La Rosa son muy calcáreos con valores de CaCO_3 superiores a 14%; el pH oscila entre 7.2 y 8.3, y en una de las parcelas era de 6.4. Los terrenos presentan, además, altos niveles de calcio (>3.5 meq/100 ml) y magnesio (>1.5 meq/100 ml). El potasio también está alto con media de 0.5 meq/100 ml (Tabla 9). La relación Ca/Mg se presenta en rango normal, mientras que la relación Mg/K está cercana al límite superior que la literatura considera normal (ver Tabla 2). En la comunidad, no se encontraron muestras con sales o con sodio.

El fósforo se observa bajo con una media de 5.6 y máximo de 8 ppm. Normalmente, donde se siembran vegetales, el fósforo tiende a ser más alto que en estas parcelas, lo que indica que los vegetales de La Rosa no están siendo bien fertilizados con este elemento.

En la comunidad, tanto el zinc como el manganeso están muy bajos, esto probablemente está asociado a la condición calcárea de los terrenos. El azufre está mediano o adecuado en la mayoría de las muestras. Tres muestras estaban bajas en hierro y el resto normal. El cobre estaba mediano o alto (>3 ppm). Con relación al boro, cuatro parcelas estaban bien provistas en este elemento mientras que seis estaban pobres en el mismo. Dado lo delicado que es el manejo de este elemento, conviene aplicarlo en las parcelas pobres en el mismo.

La textura en La Rosa es menos pesada que en las otras comunidades, con suelos de textura franco-arcillosa o arcillo-limoso (AL) en la primera capa y es más arcillo-limoso en el subsuelo. Algunas parcelas mostraron cierto contenido mayoritario de arena y limo, con sensación de suelos sueltos al tacto. En la primera capa de suelo el porcentaje de arcilla era de 42% y en la segunda de 45%; sin embargo, los porcentajes de limo también

eran altos, mayor de 38%. La materia orgánica de los terrenos resultó ser la más baja de las comunidades evaluadas; el mínimo fue de 0.3 y el máximo de 4.2, con una mediana de 1.2%. Esto significa que deben tomarse medidas para mejorar el contenido de materia orgánica de estas parcelas, dada la importancia del humus en el mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas de los terrenos.

IV CONSIDERACIONES FINALES

Los terrenos incluidos en el Proyecto de Agricultura Sostenible (PAS), de La Vega, corresponden a pequeños agricultores con parcelas de tamaño comprendido entre 0.44 y 0.72 hectáreas. De 46 parcelas pertenecientes a productores muestreadas en este trabajo, 45 pertenecían a hombres y una sola a mujer. No se observó riego presurizado en ninguna parcela, ni tampoco medidas importantes contra la erosión en las zonas que las requerían como Jagua Gorda y Limonal. Sólo en una parcela se utilizaban bandejas para la producción de plántulas con fines de siembra. Los cultivos más comunes eran víveres para la venta y consumo doméstico, tales como plátano, yuca, batata y otros como guandul, yautía, tabaco, ajíes y vainitas. Predominaba un sistema de explotación mixto, con mezcla de cultivos en áreas muy pequeñas. El nivel tecnológico se considera bajo.

Muchos terrenos mostraron bajos niveles de materia orgánica cosa que es ignorada por los agricultores (ver tablas de resultados de análisis). Esto último debe ser corregido mediante la extensión agrícola, la aplicación de enmiendas, la reducción de la erosión, el uso de abonos verdes, uso de labranza mínima y toda medida que preserve el carbono del suelo.

En Las Yayas, zona Barranca, los suelos son de buena fertilidad y sin problemas químicos de importancia tales como acidez, sales, sodio o poca profundidad de la capa arable. Sin embargo, debe mejorarse el contenido de fósforo y de elementos menores ya que estos suelos tienen condición calcárea y esto reduce la disponibilidad de los mencionados nutrientes. En el caso de los elementos menores tales como hierro, cobre, manganeso y zinc se recomienda su uso vía suelo en forma de quelatos tipo EDTA o DTPA. El relieve en Las Yayas es suavemente ondulado y, a veces plano. Estos suelos poseen alto contenido de arcilla tanto en el suelo (54%) como en el subsuelo (58%), por tal razón, se debe tener presente mantener buenos drenajes para evitar enfermedades radicales y la reducción en la absorción de los nutrientes. Debe incentivarse el uso de enmiendas orgánicas para reducir los efectos del alto contenido de arcilla y para favorecer la estructuración y la estabilidad estructural. Igualmente, cultivos como yuca, sensible al exceso de humedad en el suelo, deben sembrarse en camas y deben de construirse los drenajes parcelarios correspondientes en aquellas parcelas de relieve plano.

En Jagua Gorda, zona La Torre, predomina un sistema de producción de cultivos intercalados. Allí, los terrenos son de pendiente fuerte, con inclinaciones comprendidas entre 30 y 70%. Las prácticas de conservación de suelos, a nivel general, eran escasas; solo uno de siete agricultores las usaba. Esto es muy perjudicial pues conduce a la pérdida de la capa vegetal y a la pérdida de la fertilidad natural. Debido a su elevación y características de suelo, estos terrenos lucen muy propicios para la producción de frutales. Debido a su pendiente y bajos niveles de materia orgánica, se recomienda la aplicación de enmiendas orgánicas, abonos verdes y el uso de plantas de cobertura para proteger las zonas de pendiente moderada o fuerte. Desde el punto de vista de la fertilidad, los nutrientes a los cuales se les debe prestar más atención son el fósforo, el manganeso y el zinc. Estos elementos deben aplicarse desde la presiembra o divididos durante el desarrollo de los cultivos.

Tabla 5. Resultados de análisis de suelos para Las Yayas, Zona Barranca.

Capa de 0-20 cm.

Parcela	pH Agua	C.E.	Meq/100 ml										ppm										%			Textura
			CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	H-Al	CICE	Ca/Mg	Mg/K	PSAl	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄	P	MO	R	A	L			
1	7.8	0.21	6	35.5	7.2	0.94	0.1	0.0	43.8	4.9	7.7	0.0	8.5	4.9	3.8	0.9	0.3	8	6	3.7	5	62	33	A		
2	8.3	0.15	16	18.1	2.4	0.27	0.1	0.0	20.9	7.4	9.0	0.0	14.5	2.3	2.8	0.4	0.5	14	3	1.4	29	32	39	FA		
3	8.3	0.19	16	18.5	2.8	0.36	0.1	0.0	21.7	6.7	7.8	0.0	15.4	2.1	3.0	0.5	0.2	15	5	1.6	29	34	37	FA		
4	8.3	0.14	16	24.1	1.6	0.36	0.1	0.0	26.2	14.9	4.5	0.0	7.9	2.1	3.0	0.4	0.1	9	1	1.8	21	38	41	FA		
5	6.4	0.06	0	33.8	8.8	0.80	0.1	0.0	43.5	3.8	11.0	0.0	31.7	11.4	5.9	1.2	0.2	7	2	5.8	9	72	19	A		
6	6.6	0.10	0	35.0	8.2	1.23	0.1	0.0	44.6	4.2	6.7	0.0	17.8	8.4	4.4	1.7	0.1	8	4	5.8	9	69	22	A		
7	8.3	0.17	16	24.0	2.7	0.41	0.2	0.0	27.3	8.8	6.7	0.0	6.3	1.3	3.2	0.6	0.0	10	7	1.9	9	45	46	AL		
8	8.1	0.18	4	31.5	5.8	0.92	0.2	0.0	38.4	5.5	6.3	0.0	6.3	1.8	3.1	1.1	0.4	9	21	2.8	24	50	26	A		
9	6.9	0.17	1	33.5	9.7	1.20	0.2	0.0	44.5	3.5	8.1	0.0	14.3	7.8	5.2	1.2	0.0	10	7	5.0	6	71	23	A		
10	6.6	0.17	0	27.9	9.3	0.59	0.1	0.0	37.9	3.0	15.8	0.0	18.4	10.0	5.1	1.2	0.0	10	0	5.1	6	63	31	A		
máximo	8.3	0.21	16.0	35.5	9.7	1.23	0.2	0.0	44.6	14.9	15.8	0.0	31.7	11.4	5.9	1.7	0.5	15.0	20.7	5.8	29.0	72.0	46.0	-		
mínimo	6.4	0.06	0.0	18.1	1.6	0.27	0.1	0.0	20.9	3.0	4.5	0.0	6.3	1.3	2.8	0.4	0.0	7.0	0.5	1.4	5.0	32.0	19.0	-		
media	7.6	0.15	7.5	28.2	5.9	0.71	0.1	0.0	34.9	6.3	8.3	0.0	14.1	5.2	4.0	0.9	0.2	10.0	5.6	3.5	14.7	53.6	31.7	-		
mediana	8.0	0.17	5.0	29.7	6.5	0.69	0.1	0.0	38.2	5.2	7.7	0.0	14.4	3.6	3.5	1.0	0.1	9.5	4.6	3.2	9.0	56.0	32.0	-		
dev. Std.	0.84	0.04	7.56	6.6	3.2	0.36	0.05	0.00	9.79	3.55	3.15	0.00	7.71	3.84	1.1	0.43	0.16	2.58	5.8	1.82	9.88	15.70	9.06	-		

Capa de 20-40 cm.

Parcela	pH Agua	C.E.	Meq/100 ml										ppm										%			Textura
			CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	H-Al	CICE	Ca/Mg	Mg/K	PS	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄	P	MO	R	A	L			
1	8.0	0.18	10	34.4	5.5	0.48	0.2	0.0	40.5	6.2	11.6	0.0	7.4	2.5	4.1	0.4	na	na	3.2	5	62	33	A			
2	8.3	0.16	18	19.0	1.7	0.16	0.1	0.0	21.0	11.3	10.2	0.0	12.0	2.1	2.5	0.3	na	na	0.8	29	32	39	FA			
3	8.3	0.18	15	20.9	2.1	0.23	0.1	0.0	23.2	10.1	8.9	0.0	11.8	2.2	3.2	0.4	na	na	1.4	31	36	33	FA			
4	8.3	0.14	16	24.1	1.5	0.19	0.1	0.0	25.9	16.2	7.7	0.0	9.2	1.7	2.9	0.2	na	na	0	1.5	21	36	43	FA		
5	6.0	0.05	0	33.6	8.5	0.78	0.2	0.2	43.3	3.9	10.9	0.4	36.7	8.1	6.9	0.6	na	na	0	3.8	7	79	14	A		
6	6.4	0.19	0	37.3	8.0	1.13	0.2	0.0	46.6	4.6	7.1	0.0	46.9	9.3	5.1	1.1	na	na	1	4.9	7	75	18	A		
7	8.3	0.16	16	28.8	2.5	0.25	0.3	0.0	31.7	11.7	10.0	0.0	5.4	1.0	3.1	0.2	na	na	0	2.0	2	50	48	AL		
8	8.1	0.15	1	33.6	8.3	0.54	0.2	0.0	42.7	4.0	15.5	0.0	7.1	1.9	3.4	1.0	na	na	4	2.4	20	59	21	A		
9	6.5	0.07	0	33.5	10.2	0.83	0.2	0.0	44.7	3.3	12.3	0.0	23.4	5.0	6.4	0.5	na	na	0	3.1	4	77	19	A		
10	6.4	0.14	0	28.1	9.8	0.52	0.2	0.0	38.6	2.9	18.9	0.0	47.0	6.3	7.7	0.5	na	na	0	3.5	2	75	23	A		
máximo	8.3	0.19	18.0	37.3	10.2	1.1	0.3	0.2	46.6	16.2	18.9	0.4	47.0	9.3	7.7	1.1	-	-	3.8	4.9	31.0	79.0	48.0	-		
mínimo	6.0	0.05	0.0	19.0	1.5	0.2	0.1	0.0	21.0	2.9	7.1	0.0	5.4	1.0	2.5	0.2	-	-	0.0	0.8	2.0	32.0	14.0	-		
media	7.5	0.14	7.6	29.3	5.8	0.5	0.2	0.0	35.8	7.4	11.3	0.0	20.7	4.0	4.0	0.5	-	-	0.8	2.7	12.8	58.1	29.1	-		
mediana	8.1	0.16	5.5	31.1	6.8	0.5	0.2	0.0	39.6	5.4	10.6	0.0	11.9	2.4	3.8	0.5	-	-	0.5	2.8	7.0	60.5	28.0	-		
dev. Std.	0.98	0.05	8.1	6.2	3.57	0.32	0.06	0.05	9.56	4.56	3.58	0.12	16.7	2.96	1.87	0.31	-	-	1.15	1.26	11.3	18.57	11.7	-		

Tabla 6. Resultados de análisis para suelos de Jagua Gorda, Zona La Torre.

Capa de 0-20 cm.

Parcela	pH Agua	%		Mecq/100 ml										ppm										%			Textura
		C.E.	CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	H-Al	CICE	Ca/Mg	Mg/K	PSAI	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄ ⁻	P	MO	R	A	L				
11	7.2	0.05	0	34.4	10.2	0.16	0.2	0.0	45.0	3.4	65.1	0.0	5.2	1.9	1.5	0.2	0.3	8	0	0.7	32	31	37	FA			
12	6.3	0.10	0	29.8	14.0	0.38	0.1	0.0	44.3	2.1	36.5	0.0	18.0	1.9	1.7	0.6	0.4	13	4	1.2	32	31	37	FA			
13	6.5	0.19	0	28.1	11.6	2.49	0.1	0.0	42.3	2.4	4.6	0.0	58.0	2.4	3.6	20.5	0.6	14	91	6.4	24	39	37	FA			
14	6.2	0.12	0	28.9	11.6	0.62	0.2	0.0	41.3	2.5	18.8	0.0	37.0	2.0	14	7.7	0.4	11	14	3.7	27	34	39	FA			
15	6.8	0.27	0	34.1	10.2	0.95	0.1	0.0	45.3	3.4	10.7	0.0	29.7	3.1	2.5	1.6	0.3	8	13	2.8	25	38	37	FA			
16	6.4	0.04	0	23.5	21.8	0.42	0.3	0.0	48.0	1.1	51.3	0.0	20.0	3.1	2.1	0.2	0.3	8	0	1.8	17	48	35	A			
17	6.9	0.10	0	28.6	16.2	0.71	0.2	0.0	45.7	1.8	22.8	0.0	11.1	2.5	1.7	1.3	0.4	8	5	2.8	23	40	37	FA			
máximo	7.2	0.27	0.0	34.4	21.8	2.49	0.3	0.0	46.0	3.4	65.1	0.0	58.0	3.1	14	20.5	0.6	14.0	91.2	6.4	32.0	48.0	39.0	-			
mínimo	6.2	0.04	0.0	23.5	10.2	0.16	0.1	0.0	41.3	1.1	4.6	0.0	5.2	1.9	1.5	0.2	0.3	8.0	0.0	0.7	17.0	31.0	35.0	-			
media	6.6	0.12	0.0	28.6	13.7	0.82	0.2	0.0	44.3	2.4	30.0	0.0	25.6	2.4	3.9	4.6	0.4	10.0	18.0	2.8	25.7	37.3	37.0	-			
mediana	6.5	0.10	0.0	28.9	11.6	0.62	0.2	0.0	45.0	2.4	22.8	0.0	20.0	2.4	2.1	1.3	0.4	8.0	4.5	2.8	25.0	38.0	37.0	-			
dev. Std.	0.36	0.08	0.00	3.75	4.19	0.78	0.07	0.00	1.80	0.82	22.07	0.00	17.9	0.52	4.7	7.49	0.11	2.65	32.7	1.89	5.28	5.99	1.15	-			

Capa de 20-40 cm.

Parcela	pH Agua	%		Mecq/100 ml										ppm										%			Textura
		C.E.	CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	H-Al	CICE	Ca/Mg	Mg/K	PS	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄ ⁻	P	MO	R	A	L				
11	7.0	0.06	0	35.4	20.6	0.13	0.29	0.00	56.35	1.7	160.8	0.0	4.1	2.1	1.6	0.2	na	na	0	0.7	38	29	33	FA			
12	6.3	0.06	0	29.0	13.7	0.24	0.10	0.00	43.02	2.1	56.6	0.0	13.6	2.5	2.0	0.2	na	na	1	2.4	26	37	37	FA			
13	6.6	0.13	0	26.8	15.2	2.65	0.13	0.00	44.88	1.8	5.7	0.0	24.5	2.2	2.8	5.1	na	na	87	3.0	14	47	39	A			
14	6.7	0.09	0	29.0	13.9	0.37	0.26	0.00	43.54	2.1	37.9	0.0	18.4	3.0	5.5	2.4	na	na	7	3.1	21	40	39	FA			
15	6.6	0.22	0	26.0	11.5	0.74	0.13	0.00	38.34	2.3	15.6	0.0	25.8	2.4	2.8	0.5	na	na	7	2.4	23	40	37	FA			
16	6.6	0.03	0	23.0	22.5	0.17	0.49	0.00	46.11	1.0	131.0	0.0	13.0	3.0	2.0	0.1	na	na	0	1.1	19	46	35	A			
17	7.1	0.09	0	28.4	17.1	0.61	0.22	0.00	46.35	1.7	27.9	0.0	8.1	2.0	1.9	0.7	na	na	2	1.6	25	38	37	FA			
máximo	7.1	0.22	0.0	35.4	22.5	2.6	0.5	0.0	56.4	2.3	160.8	0.0	25.8	3.0	5.5	5.1	-	-	87.4	3.1	38.0	47.0	39.0	-			
mínimo	6.3	0.03	0.0	23.0	11.5	0.1	0.1	0.0	38.3	1.0	5.7	0.0	4.1	2.0	1.6	0.1	-	-	0.0	0.7	14.0	29.0	33.0	-			
media	6.7	0.10	0.0	28.2	16.3	0.7	0.2	0.0	45.5	1.8	62.2	0.0	15.4	2.5	2.7	1.3	-	-	15.0	2.0	23.7	39.6	36.7	-			
mediana	6.6	0.09	0.0	26.4	15.2	0.4	0.2	0.0	44.7	1.8	37.9	0.0	13.6	2.4	2.0	0.5	-	-	2.1	2.4	23.0	40.0	37.0	-			
dev. Std.	0.25	0.06	0.0	3.80	3.96	0.89	0.13	0.00	5.49	0.41	60.01	0.00	8.06	0.41	1.33	1.85	-	-	32.1	0.94	7.48	6.02	2.14	-			

Tabla 7. Resultados de análisis de suelos para Las Martínez, Zona Cutupú.

Capa de 0-20 cm.

Parcela	pH Agua	Mecq/100 ml										ppm										%					Textura
		C.E.	CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	HAl	CICE	Ca/Mg	Mg/K	PSAl	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄ ⁺	P	MO	R	A	L	A	L	A	
18	6.1	0.08	0	11.6	11	0.27	0.2	0.2	22.9	1.1	39.2	0.7	120	8.5	8.4	1.3	0.8	15	0	3.2	20	45	35	35	45	35	A
19	6.6	0.09	0	16.1	12	0.56	0.1	0.0	28.5	1.4	20.9	0.0	13.8	15.3	3.0	1.1	0.4	11	16	1.3	34	43	23	43	43	23	A
20	5.8	0.05	0	11.4	5.8	0.26	0.1	0.2	17.8	2.0	22.7	0.9	156	13.5	9.0	2.3	0.3	10	3	2.5	22	45	33	45	45	33	A
21	6.8	0.08	0	18.3	12	0.38	0.1	0.0	31.1	1.5	32.2	0.0	11.8	2.8	2.6	2.7	0.4	9	4	1.3	40	39	21	40	39	21	FA
22	6.4	0.09	0	10.2	4.7	1.14	0.1	0.0	16.2	2.2	4.1	0.0	214	49.7	8.6	1.6	0.5	11	8	2.8	26	43	31	43	43	31	A
23	6.2	0.06	0	10.8	3.9	0.33	0.1	0.0	15.1	2.8	11.8	0.0	84.5	6.1	7.5	0.3	0.3	9	3	2.1	30	42	28	42	42	28	A
24	6.6	0.08	0	15.5	4.8	0.25	0.1	0.0	20.6	3.2	19.2	0.0	54.0	8.6	6.9	1.7	0.1	8	5	3.1	24	44	32	44	44	32	A
25	7.2	0.17	0	18.1	4.3	0.52	0.1	0.0	23.0	4.3	8.2	0.0	25.9	1.5	5.6	2.4	0.7	12	29	4.5	22	42	36	42	42	36	A
26	6.1	0.06	0	18.6	6.6	0.29	0.1	0.0	25.6	2.8	22.6	0.0	40.0	4.8	6.6	2.0	0.4	9	7	4.0	17	54	29	54	54	29	A
27	6.1	0.10	0	14.0	4.0	0.35	0.1	0.0	18.4	3.5	11.2	0.0	114	5.4	9.4	3.6	0.7	11	40	2.7	27	40	33	40	40	33	FA
28	5.7	0.08	0	8.9	2.6	0.21	0.1	0.2	11.9	3.4	12.2	1.4	288	12.7	8.3	3.3	0.4	10	26	2.8	29	30	41	30	41	41	FA
máximo	7.2	0.17	0.0	18.6	12	1.14	0.2	0.2	31.1	4.3	39.2	1.4	288	49.7	9.4	3.6	0.8	15.0	40.0	4.5	40.0	54.0	41.0	54.0	54.0	41.0	-
mínimo	5.7	0.05	0.0	8.9	2.6	0.21	0.1	0.0	11.9	1.1	4.1	0.0	11.8	1.5	2.6	1.1	0.1	8.0	0.3	1.3	17.0	30.0	21.0	30.0	30.0	21.0	-
media	6.3	0.09	0.0	14.0	6.5	0.42	0.1	0.0	21.0	2.6	18.6	0.3	100	11.7	6.9	2.1	0.4	10.5	12.9	2.7	26.5	42.5	31.1	42.5	42.5	31.1	-
mediana	6.2	0.08	0.0	14.0	4.8	0.33	0.1	0.0	20.6	2.8	19.2	0.0	84.5	8.5	7.5	2.0	0.4	10.0	7.4	2.8	26.0	43.0	32.0	43.0	43.0	32.0	-
mediana	6.5	0.10	0.0	28.9	11.6	0.62	0.2	0.0	45.0	2.4	22.8	0.0	20.0	2.4	2.1	1.3	0.4	8.0	4.5	2.8	25.0	38.0	37.0	38.0	38.0	37.0	-
dev.Std.	0.36	0.08	0.00	3.75	4.19	0.78	0.07	0.00	1.80	0.82	22.07	0.00	17.9	0.52	4.7	7.49	0.11	2.65	32.7	1.89	5.28	5.99	1.15	5.99	1.15	-	

Capa de 20-40 cm.

Parcela	pH Agua	Mecq/100 ml										ppm										%					Textura
		C.E.	CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	HAl	CICE	Ca/Mg	Mg/K	PS Al	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄ ⁺	P	MO	R	A	L	A	L	A	
18	6.5	0.06	0	14.6	16.6	0.21	0.3	0.0	31.7	0.9	80.2	0.0	34.9	3.8	5.9	0.5	na	na	0	1.8	16	57	27	57	27	A	
19	6.9	0.05	0	15.3	11.9	0.29	0.2	0.0	27.6	1.3	40.9	0.0	13.0	5.3	2.6	0.4	na	na	4	0.0	40	41	19	41	19	A	
20	6.1	0.04	0	16.6	11.2	0.23	0.2	0.0	28.3	1.5	48.8	0.0	39.4	5.8	7.3	0.5	na	na	0	1.3	18	61	21	61	21	A	
21	7.0	0.04	0	18.6	14.2	0.30	0.1	0.0	33.3	1.3	47.0	0.0	8.0	4.5	1.9	0.5	na	na	0	0.6	46	33	21	33	21	FA	
22	6.1	0.04	0	13.6	8.0	0.38	0.1	0.0	22.2	1.7	21.2	0.0	41.7	5.9	5.3	0.5	na	na	0	1.1	22	56	22	56	22	A	
23	5.9	0.04	0	13.8	6.4	0.30	0.1	0.2	20.8	2.1	21.3	1.1	38.6	3.5	6.1	0.4	na	na	0	1.5	22	58	20	58	20	A	
24	6.4	0.06	0	16.8	7.0	0.21	0.1	0.0	24.1	2.4	32.8	0.0	45.7	7.3	7.9	1.5	na	na	2	2.9	18	50	32	50	32	A	
25	7.0	0.08	0	15.9	4.3	0.30	0.1	0.0	20.5	3.7	14.2	0.0	42.1	2.3	8.2	0.8	na	na	7	2.1	23	42	35	42	35	A	
26	5.8	0.08	0	19.6	10.7	0.34	0.2	0.2	31.0	1.8	31.8	0.5	33.2	6.0	8.2	1.0	na	na	1	2.5	13	70	17	70	17	A	
27	6.4	0.06	0	15.9	4.3	0.30	0.1	0.0	20.5	3.7	14.5	0.0	87.0	16.7	8.7	1.3	na	na	18	1.1	39	32	29	39	32	FA	
28	6.0	0.06	0	9.2	2.2	0.14	0.1	0.0	11.7	4.1	15.6	0.0	245.	8.1	7.8	1.2	na	na	8	1.5	25	34	41	34	41	FA	
máximo	7.0	0.08	0.0	19.6	16.6	0.4	0.3	0.2	33.3	4.1	80.2	1.1	245.0	16.7	8.7	1.5	-	-	17.8	2.9	46.0	70.0	41.0	70.0	41.0	-	
mínimo	5.8	0.04	0.0	9.2	2.2	0.1	0.1	0.0	11.7	0.9	14.2	0.0	8.0	2.3	1.9	0.4	-	-	-0.4	0.0	13.0	32.0	17.0	32.0	17.0	-	
media	6.4	0.06	0.0	15.4	8.8	0.3	0.1	0.0	24.7	2.2	33.5	0.1	57.1	6.3	6.4	0.8	-	-	3.7	1.5	25.6	48.5	25.8	48.5	25.8	-	
mediana	6.4	0.06	0.0	15.9	8.0	0.3	0.1	0.0	24.1	1.8	31.8	0.0	39.4	5.8	7.3	0.5	-	-	1.7	1.5	22.0	50.0	22.0	50.0	22.0	-	
dev.Std.	0.25	0.06	0.0	3.80	3.96	0.89	0.13	0.00	5.49	0.41	60.01	0.00	8.06	0.41	1.33	1.85	-	-	32.1	0.94	7.48	6.02	2.14	6.02	2.14	-	

Tabla 8. Resultados de análisis de suelos para Limonal, Zona Jarabacoa.

Capa de 0-20 cm.

Parcela	pH Agua	Mesg/100 ml										ppm										%			L	Textura
		C.E.	CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	H ₂ Al	CICE	Ca/Mg	Mg/K	PSAI	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄ ²⁻	P	MO	R	A	L			
29	6.2	0.13	0	9.5	1.9	0.52	0.1	0.2	12.1	3.7	1.4	80.0	73.0	10	3.3	0.3	32	27	3.5	25	52	23	A			
30	5.9	0.09	0	6.3	1.3	0.33	0.1	0.2	8.2	4.9	2.0	89.5	43.5	9.5	3.4	0.2	31	10	4.1	21	58	21	A			
31	5.3	0.07	0	3.8	1.1	0.24	0.1	0.5	5.8	3.3	4.7	81.5	83.5	7.8	1.4	0.0	39	5	3.5	16	60	24	A			
32	5.3	0.07	0	3.5	1.2	0.29	0.1	0.6	5.6	3.0	3.9	80.0	90.0	8.3	1.4	0.0	26	4	3.6	21	54	25	A			
33	5.5	0.13	0	6.8	1.4	0.25	0.1	0.3	8.9	4.8	5.6	76.5	76.5	14	3.4	0.0	38	24	4.7	19	60	21	A			
34	6.6	0.10	0	7.5	1.4	0.78	0.0	0.0	9.7	5.5	1.8	0.0	27.6	35.1	9.8	0.0	28	46	1.7	23	58	19	A			
35	5.9	0.06	0	5.3	2.6	0.18	0.1	0.2	8.3	2.0	14.7	2.0	141	53.5	3.7	1.6	0.0	15	5	3.0	47	32	21	FAR		
36	5.2	0.13	0	4.0	0.9	0.40	0.0	0.4	5.6	4.6	2.2	6.9	83.5	42.0	9.9	2.5	0.0	49	22	3.3	21	55	24	A		
37	6.1	0.09	0	7.1	1.1	0.24	0.0	0.2	8.7	6.4	4.7	1.9	85.5	58.0	10	2.6	0.2	16	39	2.9	21	59	20	A		
38	5.7	0.17	0	6.4	1.0	0.65	0.0	0.2	8.3	6.6	1.5	2.7	118	47.6	8.5	2.6	0.6	51	38	4.1	25	57	18	A		
máximo	6.6	0.17	0.0	9.5	2.6	0.78	0.1	0.6	12.1	6.6	14.7	10.9	275	90.0	14	3.4	0.6	51.0	46.0	4.7	47.0	60.0	25.0	-		
mínimo	5.2	0.06	0.0	3.5	0.9	0.18	0.0	0.0	5.6	2.0	1.5	0.0	27.6	35.1	3.7	1.4	0.0	15.0	4.0	1.7	16.0	32.0	18.0	-		
media	5.8	0.10	0.0	6.0	1.4	0.39	0.1	0.3	8.1	4.6	4.7	4.0	106	60.3	9.3	2.6	0.1	32.5	22.0	3.4	23.9	54.5	21.6	-		
mediana	5.8	0.10	0.0	6.4	1.3	0.31	0.1	0.2	8.3	4.9	3.9	2.4	84.5	55.8	9.7	2.6	0.0	31.5	23.0	3.5	21.0	57.5	21.0	-		
dev. Std.	0.45	0.04	0.00	1.89	0.5	0.20	0.05	0.18	2.04	1.46	3.77	3.57	66.0	19.2	2.7	0.84	0.20	12.16	15.6	0.82	8.54	8.33	2.32	-		

Capa de 20-40 cm.

Parcela	pH Agua	Mesg/100 ml										ppm										%			L	Textura
		C.E.	CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	H ₂ Al	CICE	Ca/Mg	Mg/K	PSAI	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄ ²⁻	P	MO	R	A	L			
29	5.3	0.09	0	5.0	1.1	0.16	0.1	0.2	6.5	4.5	6.7	2.6	27.4	57.0	7.0	1.5	na	3	2.1	21	64	15	A			
30	5.6	0.05	0	3.7	0.9	0.06	0.1	0.2	4.9	3.9	15.4	3.4	19.9	27.4	4.0	0.6	na	na	0	1.0	9	76	15	A		
31	5.4	0.03	0	2.4	0.8	0.07	0.0	0.3	3.6	2.8	11.4	7.7	21.8	60.5	4.5	0.4	na	na	0	1.1	13	70	17	A		
32	5.3	0.04	0	2.3	0.9	0.14	0.0	0.3	3.7	2.7	6.3	9.0	20.6	59.5	5.9	0.5	na	na	1	1.5	19	60	21	A		
33	4.9	0.06	0	1.9	1.0	0.11	0.1	1.6	4.6	1.9	9.6	33.6	57.0	46.0	7.7	0.5	na	na	1	2.1	9	74	17	A		
34	5.7	0.11	0	4.4	0.9	0.42	0.1	0.2	6.0	4.7	2.2	2.8	12.0	13.9	2.9	0.4	na	na	1	0.8	10	76	14	A		
35	5.9	0.03	0	5.7	8.3	0.05	0.1	0.2	14.4	0.7	162.4	1.2	58.0	6.3	1.5	0.4	na	na	1	1.2	37	47	16	A		
36	5.2	0.10	0	2.6	0.8	0.20	0.0	0.3	3.9	3.4	3.8	7.1	20.2	61.5	5.6	0.7	na	na	2	1.7	19	67	14	A		
37	5.5	0.07	0	3.5	0.6	0.08	0.1	0.2	4.5	5.8	7.8	5.0	22.2	27.5	4.6	0.4	na	na	2	1.1	15	75	10	A		
38	5.0	0.08	0	2.4	0.6	0.31	0.1	0.9	4.2	4.1	1.9	21.0	31.4	72.5	3.6	0.3	na	na	1	1.0	19	65	16	A		
máximo	5.9	0.11	0.0	5.7	8.3	0.4	0.1	1.6	14.4	5.8	162.4	33.6	58.0	72.5	7.7	1.5	-	-	3.0	2.1	37.0	76.0	21.0	-		
mínimo	4.9	0.03	0.0	1.9	0.6	0.1	0.0	0.2	3.6	0.7	1.9	1.2	12.0	6.3	1.5	0.3	-	-	0.0	0.8	9.0	47.0	10.0	-		
media	5.4	0.07	0.0	3.4	1.6	0.2	0.1	0.4	5.6	3.5	22.8	9.3	29.1	43.2	4.7	0.6	-	-	1.2	1.4	17.1	67.4	15.5	-		
mediana	5.4	0.07	0.0	3.1	0.9	0.1	0.1	0.3	4.6	3.7	7.3	6.1	22.0	51.5	4.6	0.5	-	-	1.0	1.2	17.0	68.5	15.5	-		
dev. Std.	0.31	0.03	0.0	1.29	2.36	0.12	0.05	0.46	3.22	1.48	49.25	10.2	15.82	22.8	1.88	0.35	-	-	0.92	0.47	8.33	9.09	2.80	-		

Tabla 9. Resultados de análisis de suelos para La Rosa, Zona Rincón.

Capa de 0-20 cm.

Parcela	Mesg/100 ml											ppm											%				L	Textura
	pH Agua	C.E.	CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	H ₂ AI	CICE	CaMg	Mg/K	PSAI	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄ ⁺	P	MO	R	A	R	A	L			
39	8.3	0.23	16	22.0	6.8	0.57	0.2	0.0	29.6	3.2	12.0	0.0	11.1	2.5	3.2	0.7	0.2	24	8	1.9	17	40	43	40	43	AL		
40	8.3	0.16	19	20.8	5.4	0.40	0.1	0.0	26.7	3.8	13.5	0.0	7.7	2.2	2.5	0.5	0.0	12	6	1.1	22	34	34	44	44	FA		
41	8.3	0.14	15	18.1	4.5	0.28	0.1	0.0	23.0	4.0	16.1	0.0	12.2	3.0	2.3	0.5	0.2	11	7	0.8	35	28	37	28	37	FA		
42	8.3	0.20	16	19.1	5.3	0.29	0.2	0.0	24.9	3.6	18.7	0.0	9.8	2.0	2.7	0.5	0.1	18	5	1.2	23	30	47	30	47	FA		
43	8.3	0.14	15	16.6	4.1	0.35	0.1	0.0	21.2	4.1	11.7	0.0	14.7	2.8	2.4	0.4	0.2	12	8	0.3	47	24	29	24	29	F		
44	8.3	0.15	16	20.9	5.8	0.36	0.1	0.0	27.1	3.6	16.0	0.0	10.6	1.7	2.8	0.5	0.4	11	7	0.8	24	33	43	33	43	FA		
45	8.3	0.21	16	24.9	7.5	0.70	0.2	0.0	33.3	3.3	10.7	0.0	7.2	4.1	3.3	0.8	0.5	15	7	1.9	5	47	48	47	48	AL		
46	7.4	0.15	14	24.6	4.6	0.29	0.1	0.0	29.6	5.4	15.5	0.0	3.8	2.4	2.0	0.3	0.0	9	1	0.8	18	39	43	39	43	FAL		
47	7.2	0.40	1	33.5	13.1	1.05	0.4	0.0	48.0	2.6	12.5	0.0	15.1	20.2	8.0	1.5	0.4	27	7	4.2	7	69	24	69	24	A		
48	6.4	0.16	0	35.1	15.3	1.05	0.3	0.0	51.2	2.3	36.0	0.0	8.7	45.1	7.0	1.6	0.4	19	0	3.1	5	73	22	73	22	A		
máximo	8.3	0.40	18.8	35.1	15.3	1.05	0.4	0.0	51.2	5.4	36.0	0.0	15.1	45.1	8.0	1.6	0.5	27.0	8.2	4.2	47.0	73.0	48.0	73.0	48.0	-		
mínimo	6.4	0.14	0.0	16.6	4.1	0.28	0.1	0.0	21.2	2.3	10.7	0.0	3.8	1.7	2.0	0.3	0.0	9.0	0.0	0.3	5.0	24.0	22.0	24.0	22.0	-		
media	7.9	0.19	12.8	23.6	7.2	0.47	0.2	0.0	31.5	3.6	16.3	0.0	10.1	8.6	3.6	0.7	0.2	15.8	5.6	1.6	20.3	41.7	38.0	41.7	38.0	-		
mediana	8.3	0.16	15.3	21.4	5.6	0.38	0.1	0.0	28.4	3.6	14.5	0.0	10.2	2.7	2.8	0.5	0.2	13.5	6.7	1.2	20.0	36.5	43.0	36.5	43.0	-		
dev. Std.	0.67	0.08	6.50	6.24	3.85	0.24	0.10	0.00	10.19	0.86	7.35	0.00	3.46	14.0	2.1	0.45	0.18	6.05	2.8	1.23	13.4	16.79	9.58	16.79	9.58	-		

Capa de 20-40 cm.

Parcela	Mesg/100 ml											ppm											%				L	Textura
	pH Agua	C.E.	CaCO ₃	Ca	Mg	K	Na	H ₂ AI	CICE	CaMg	Mg/K	PSAI	Fe	Mn	Cu	Zn	B	S-SO ₄ ⁺	P	MO	R	A	R	A	L			
39	8.2	0.22	15	25.0	7.0	0.10	0.2	0.0	32.3	3.6	67.5	0.0	6.8	2.5	2.9	0.5	na	4	1.6	11	44	44	44	45	45	AL		
40	8.3	0.17	14	24.6	5.6	0.36	0.2	0.0	30.7	4.4	15.5	0.0	5.3	1.8	2.4	0.4	na	na	2	1.6	13	42	45	45	45	AL		
41	8.4	0.15	16	18.8	4.5	0.26	0.1	0.0	23.6	4.1	17.5	0.0	10.1	1.9	2.2	0.4	na	na	3	1.1	31	28	41	28	41	F		
42	8.3	0.22	15	20.5	4.5	0.27	0.1	0.0	25.5	4.5	17.1	0.0	8.4	2.2	2.5	0.4	na	na	2	0.5	25	34	41	34	41	FA		
43	8.4	0.16	19	18.6	4.2	0.30	0.1	0.0	23.3	4.4	14.2	0.0	11.6	2.4	2.3	0.4	na	na	4	0.3	49	26	25	26	25	FAR		
44	8.4	0.17	15	23.4	6.7	0.39	0.2	0.0	30.7	3.5	17.2	0.0	7.4	2.1	3.1	0.6	na	na	6	1.5	11	45	44	44	44	AL		
45	8.4	0.21	15	27.4	8.1	0.72	0.2	0.0	36.4	3.4	11.2	0.0	6.4	1.9	3.3	0.7	na	na	6	2.2	3	53	44	44	44	AL		
46	7.5	0.14	14	22.9	3.8	0.17	0.1	0.0	27.0	6.0	22.3	0.0	6.2	1.8	2.2	0.3	na	na	0	0.4	23	33	44	33	44	FA		
47	7.4	0.31	1	32.6	13.3	0.95	0.3	0.2	47.3	2.5	14.1	0.4	11.7	46.9	7.2	1.3	na	na	5	4.2	7	73	20	73	20	A		
48	7.4	0.18	0	34.6	12.8	0.32	0.6	0.0	48.4	2.7	39.7	0.0	3.6	8.4	4.1	0.5	na	na	0	1.5	6	75	19	75	19	A		
máximo	8.4	0.31	19.2	34.6	13.3	0.9	0.6	0.2	48.4	6.0	67.5	0.4	11.7	46.9	7.2	1.3	-	-	6.5	4.2	49.0	75.0	45.0	75.0	45.0	-		
mínimo	7.4	0.14	0.0	18.6	3.8	0.1	0.1	0.0	23.3	2.5	11.2	0.0	3.6	1.8	2.2	0.3	-	-	0.0	0.3	3.0	26.0	19.0	26.0	19.0	-		
media	8.1	0.19	12.3	24.8	7.1	0.4	0.2	0.0	32.5	3.9	23.6	0.0	7.8	7.2	3.2	0.6	-	-	3.3	1.5	17.9	45.3	36.8	45.3	36.8	-		
mediana	8.3	0.18	14.7	24.0	6.2	0.3	0.2	0.0	30.7	3.9	17.1	0.0	7.1	2.2	2.7	0.5	-	-	3.6	1.5	12.0	43.0	42.5	43.0	42.5	-		
dev. Std.	0.47	0.05	6.5	5.41	3.45	0.26	0.15	0.05	9.05	1.01	17.35	0.11	2.68	14.1	1.52	0.29	-	-	2.15	1.14	14.2	17.23	10.9	17.23	10.9	-		

Las Martínez corresponde a la zona de Cutupú y los terrenos no presentan problemas químicos de importancia. Son buenos suelos con textura arcillosa y franco-arcillosa. Aunque algunas parcelas mostraron buen nivel de fósforo, la mayoría (7 de 11) no lo tenía y esto debe mejorarse para evitar arranque lento de los cultivos y pérdidas de rendimientos. Lo mismo ocurre con el zinc y el manganeso. Cinco parcelas de la comunidad presentaron valores bajos de potasio, en este caso se recomienda su aplicación, especialmente en musáceas, con fines de que éstas no minen el suelo y lo dejen en un nivel tan bajo que afecte la productividad y calidad de cultivos posteriores. En Las Martínez se siembra plátano y se pudo observar la presencia de sigatoka negra en casi todas las parcelas (7 de 9). Algunos productores realizan prácticas adecuadas para el manejo de esta enfermedad, pero otros no. Estos últimos requieren de asistencia técnica, debido a los fuertes daños que produce la misma. Por otra parte, muchas parcelas presentaron valores muy bajos de materia orgánica de hasta 1.3% y por tales motivos se recomienda, en esas parcelas, la aplicación de enmiendas orgánicas, el uso de abonos verdes, la labranza mínima y la no quema de los residuos de cosecha, con fines de promover la acumulación de humus en el suelo.

Los suelos de Limonal, Jarabacoa, resultaron ser los más pesados en cuanto a textura; sin embargo, por su suave pendiente y su estructura en bloques subangulares y granular, no deben presentar problemas de encharques o mal drenaje. Estos suelos presentaron muy buena fertilidad general en cuanto a los elementos calcio, potasio, fósforo, manganeso, hierro, cobre, zinc y azufre. Se cree que estos no es más que el reflejo de buena fertilización mineral en los cultivos en comparación a las demás comunidades estudiadas. En Limonal, el contenido de magnesio en algunas parcelas está bajo; esto debe ser motivo de monitoreo mediante análisis foliares o se deben aplicar dosis de magnesio presiembra con fines de evitar deficiencias nutricionales. Los suelos de esta comunidad son más ácidos que en las otras zonas estudiadas; sin embargo, no requieren cal agrícola porque la acidez es moderada y la presencia de aluminio es nula. Por su tipo de clima y suelos, Limonal es una comunidad adecuada para la siembra de vegetales, flores y cultivos de ciclo corto.

Finalmente, se presentan las tablas con las características químicas y físicas por parcela y con las estadísticas generales por paraje, de esta manera, los datos pueden ser de utilidad con fines profesionales y educativos, ya sea para evaluaciones individuales o colectivas.

V. REFERENCIAS

- Bertsch, F. 1995. La Fertilidad de los Suelos y su Manejo. Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. San José. CR. 163 p.
- Better Crops. 2006. North American Soil Test Summary Update. Number One. Potash and Phosphate Institute. Norcross. Georgia. U.S.A.
- Bouyoucos, G. 1936. Directions for making mechanical analysis of soils by the hydrometer method. Soil Sci. 4:225-228. USA.
- Brown, J.; Warncke, D. 1988. Recommended cation tests and measures of cation exchange capacity. P:15-16. *In*: W.C. Dahnke (Ed.) Recommended chemical soil test procedures for the North Central Region. North Dakota Agric. Exp. Stn. Bull. 499. USA.
- Díaz-Romeu, R.; Hunter, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigaciones de invernadero. CATIE. Turrialba, CR. 57 p.

- FERQUIDO (Fertilizantes Químicos Dominicanos). 2004. Hoja de reporte de análisis de suelos. Santo Domingo, DO.
- Hoeft, R.; Walsh, L.; Kenney, D. 1973. Evaluation of various extractants for available soil sulfur. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 37:401-404. USA.
- ISFEIP (International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program). 1972. Annual Report. Soil Sci. Dep. North Carolina State Univ., Raleigh, N.C., USA.
- Islam, M.; Bhuiyan, N. 1988. Evaluation of various extractants for available sulfur in wetland rice (*Oryza sativa*) soils of Bangladesh. *Indian J. Agric. Sci.* 58:603-606.
- Muñiz, O. 1992. Uso de fertilizantes en Puerto Rico. Enfoques prácticos. Guía Técnica. SEA, UPR-RUM.
- SSSA (Soil Science Society of America) y ASA (American Society of Agronomy). 1996. D.L. Sparks (Ed.) *Methods of soil analysis, Part 3: Chemicals Methods*. Madison, Wisconsin. USA.
- Ubiera, A. 1982. Determinación de boro en suelos usando fosfato de calcio y azomethine. Comunicación personal. Santo Domingo. DO.
- Walkley, A.; Black, I. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37:29-38. USA.

*Aplicación de herramientas de diagnóstico nutricional
rápido en el sistema suelo-planta
en la Provincia de La Vega*



*Aki Kubota
Pedro Núñez*

I. INTRODUCCIÓN

El Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales ejecuta el Proyecto de Agricultura Sostenible de la Región Norcentral en la República Dominicana (PAS) tiene como uno de sus objetivos desarrollar las técnicas sostenibles de manejo del suelo. El enfoque del proyecto es impulsar el desarrollo agrícola sostenible de los pequeños agricultores. Además se generan y validan tecnologías para sistemas de agricultura sostenible y orgánica, con la participación de 250 productores. La clave de estos planteamientos se basan en la eficiente y efectiva vinculación entre el componente de investigación y el de extensión y capacitación. La realidad de los productores es que en los procesos productivos, tienen que tomar decisiones que contribuyan al éxito en sus cultivos. En ese sentido, el uso de herramientas de diagnóstico de suelos y plantas juega un rol fundamental para estas decisiones.

El muestreo y posterior análisis tradicional de plantas y suelos, no permite obtener información rápida sobre el estado nutricional de las plantas y del suelo. El diagnóstico del estado nutricional de las plantas y del suelo consiste en el análisis químico de suelos y tejidos vegetales (Gutiérrez 2002). El diagnóstico rápido permite el monitoreo continuo de la fertilidad de los suelos y de la condiciones nutricionales del cultivo. Sin embargo, en República Dominicana el desarrollo de métodos de diagnóstico basados en procesos fisiológicos, o en el muestreo de los fluidos de los tejidos vasculares y de suelo es aún incipiente.

La aplicación de herramientas de diagnóstico rápido a suelos y plantas, aumenta la capacidad de los productores para la toma de decisiones en el manejo de cultivos. El problema es que los agricultores no disponen de una asesoría técnica relacionada con las propiedades y el manejo del suelo; lo cual se debe a las limitadas informaciones locales disponibles. Existe poca experiencia práctica sobre el uso de herramientas de diagnóstico rápido, lo que se refleja en las decisiones de producción. El objetivo de la investigación fue evaluar y aplicar diferentes herramientas de diagnóstico nutricional rápido en el sistema suelo-planta en la provincia de La Vega.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en fincas de productores agrícolas de la provincia La Vega, con superficie promedio de 1.25 hectáreas. La provincia de La Vega tiene una extensión de 2,287 kilómetros cuadrados, se encuentra casi en el centro de la República Dominicana. El municipio cabecera La Concepción de La Vega, ubicada 100 msnm esta ubicada en las coordenadas 19° 14' N - 70° 31' W. La temperatura media anual es de 26.3 °C, con una máxima media de 31.1 y una mínima media de 21.5. La precipitación media anual es de 1 457.4 mm.

El estudio incluyó visitas a fincas de productores en los cultivos de yuca, maíz, plátano y otros. En las parcelas se tomaban muestras foliares y de suelo para la realización del diagnóstico rápido.

2.1 Diagnóstico foliar

En el diagnóstico foliar se utilizó un medidor portátil de nitrógeno, que tiene un electrodo para medir la cantidad de nitrato (NO_3) en el suelo se analizó el contenido nutricional del área foliar de las plantas de yuca (Figura 1). El método consiste en cortar el pecíolo de la planta y extraer el jugo con un exprimidor o machacador (Figura 2). Con el aparato portátil, se midió el contenido de NO_3 directamente. Este es un método de diagnóstico nutricional instantáneo, sencillo y de fácil aplicación. Las principales ventajas en comparación al método tradicional son su facilidad y el menor tiempo de medición. El método tradicional del análisis de los materiales vegetativos implica

mayor tiempo, desde secado, molido hasta el análisis; mientras que este método permite tomar muestras y analizar *in situ* (en campo de producción). Esto es ventajoso porque se pueden realizar simultáneamente el análisis de suelo y tomar las decisiones sobre las medidas de manejo agronómico, tal como fertilización adicional.



Figura 1. Demostración uso medidor portátil de nitrógeno la Estación Experimental de Pontón IDIAF, La Vega.



A



B



C



D

Figura 2. Procedimiento utilizado en el diagnóstico: a) tomar hojas jóvenes completamente abiertas (10 a 20 por planta); b) recolectar solamente los pecíolos, c) exprimir el jugo del pecíolo con exprimidor de limón y d) dejar caer 2 a 3 gotas del jugo encima del electrodo.

Elementos a considerar al utilizar la metodología:

- De las muestras frescas de los pecíolos sin cortar y que no se van a analizar, deben guardarse en una neverita o refrigerador. El tiempo máximo de conservación es de 8 horas, si es a temperatura ambiental pueden conservarse hasta dos horas.
- El valor que presenta el aparato portátil es el de NO_3 , y de ese valor se debe restar el valor del nitrógeno (N). (Dividir por 4.43).
- Calibración diaria.
- En el mercado se encuentran disponibles aparatos similares para la medición de potasio y fósforo.

Los valores de referencia para la yuca no han sido definidos, por lo que se realizaron pruebas piloto en fincas de productores del sector Las Yayas, para hacer la comparación del nivel de NO_3 de las plantas con alto y bajo crecimiento (Figura 3), además se tomaron los valores promedios para otros cultivos, de acuerdo a tablas publicadas.



Figura 3. Comparación de la coloración de las hojas de yuca: a la derecha hojas pequeñas con verde más oscuro y a la izquierda hojas grandes (plantas más altas).



Figura 4. Diagnóstico nutricional del ají en la Estación Experimental Pontón del IDIAF, La Vega. Planta de ají picante bien nutrida (izquierda) y planta de ají picante desnutrida (derecha).

La determinación de estos valores se realizó en muestreos foliares, en un promedio de 15 muestras de hojas, donde se seleccionaba los tallos de plantas con mayor y menor vigor en cultivos de yuca.

2.2 Estudio del suelo y muestreo

Se realizó el estudio del suelo en seis lugares localizados en cinco subzonas agropecuarias (Figura 5), incluyendo el sondeo de la zona y muestreo para el análisis del suelo. Se estudió el suelo de 10 parcelas. En cinco parcelas ubicadas en los sectores de Piedra Blanca, Las Yayas 1, Las Yayas 2, La Torre y Las Canas se hizo la comparación entre dos grupos de plantas de yuca con buen y poco desarrollo. En las otras cinco parcelas sólo se determinó la textura del suelo.

Se estableció la relación entre el estado nutricional del suelo y el desarrollo de las plantas de yuca. Se compararon los resultados del análisis entre las plantas con buen crecimiento y otras con poco crecimiento. En el estudio de suelo a 50 cm de profundidad, se incluyó el historial de producción del campo y el patrón de siembra, grosor de cada horizonte (cm), textura (tacto), color (Tabla de colores Muncell), contenido de materia orgánica (observación a simple vista), dureza (equipo de dureza de Yamanaka), estructura (observación), infiltración (cilindro concéntrico), cantidad de raíces (conteo), medición de la dureza con el equipo de Yamanaka, así como indicadores de las propiedades físicas del suelo (estructura de los agregados, permeabilidad, etc.).

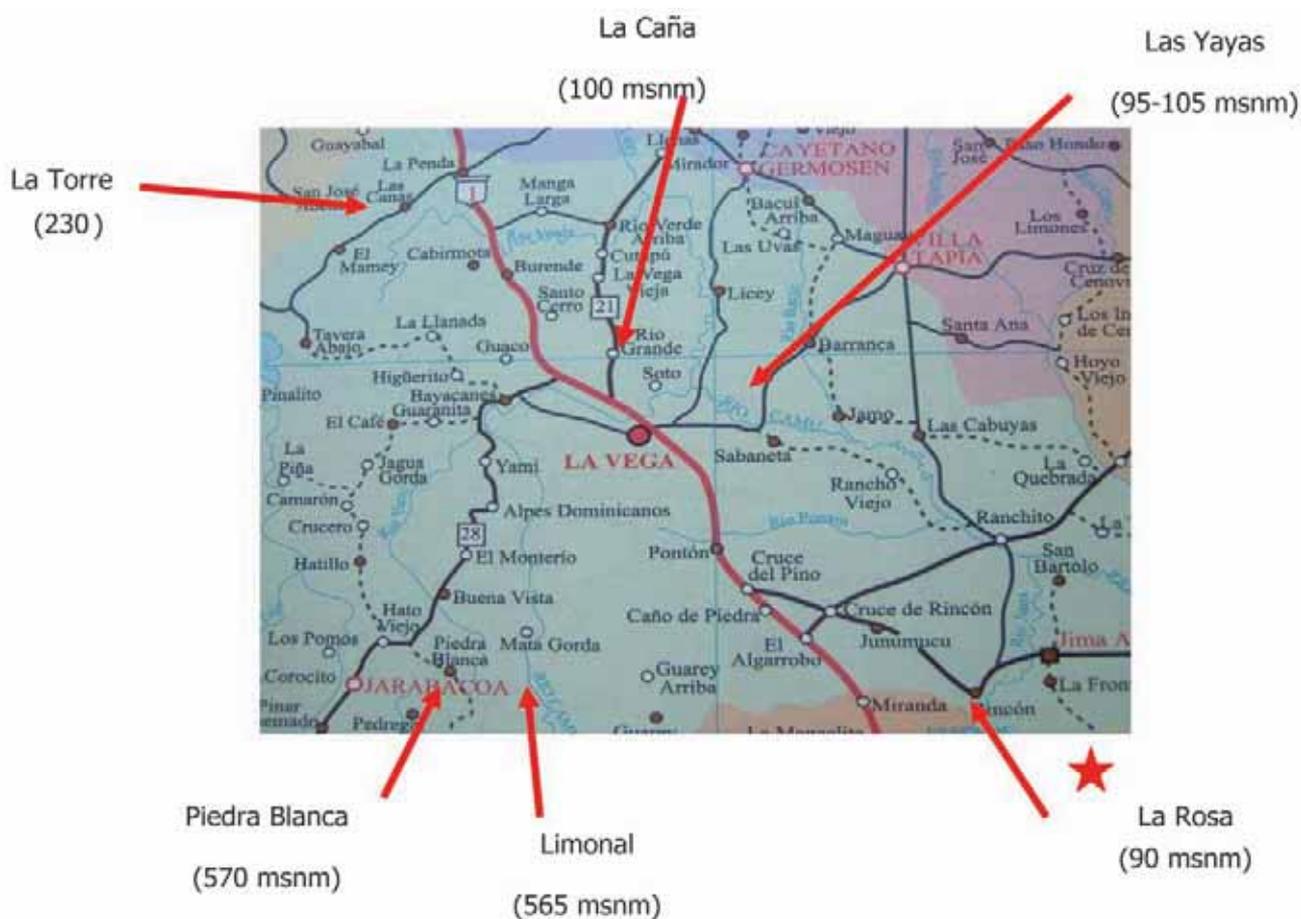


Figura 5. Mapa de los puntos de muestreo de suelo en La Vega



Figura 6. Procedimiento diagnóstico rápido en suelo: a) preparación de perfiles de suelo a 50 cm de profundidad, b) observación de los perfiles y c) caracterización de los perfiles

En las diferentes parcelas se realizaron calicatas, donde se tomaron dos muestras de suelo a dos profundidades 0-15 cm y 15-30 cm. Además, se incluyó una muestra adicional formada por 20 submuestras tomadas en forma de zig-zag en suelos de topografía plana. En los lugares de topografía accidentada se tomaron dos muestras, una en la parte alta y otra en la parte baja, para homogenizar los resultados. Se tomó un total de 30 muestras del primer y segundo horizontes de los perfiles del suelo (15 puntos x 2 horizontes). Las muestras de suelos fueron analizadas en el laboratorio de suelo del Centro de Tecnologías Agrícolas del IDIAF.

El análisis químico de las muestras incluyó valores de pH (en agua 1:2), conductividad eléctrica $EC_{1:2}$, fósforo disponible (P) por el método Bray, Cationes intercambiables (Ca, Mg y K), contenido de materia orgánica (MO) y carbono disponible por el método de Walkey y Black de acuerdo al manual de análisis de suelo del CENTA (IDIAF).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis foliar

Los concentraciones de NO_3^- encontradas en los cultivos fueron muy variables en los pecíolos de hojas frescas. Se observó que estas concentraciones variaron en relación al crecimiento de las hojas, encontrándose diferencias entre los grupos de pecíolos. El grupo con pobre crecimiento y con un tamaño de la planta inferior, mostró los valores de NO_3^- más altos, lo cual implicaba que el nitrógeno no era el factor negativo del crecimiento. Por ejemplo, en ajíes picantes tipo jamaiquino (*Capsicum annuum* var. Safi) se encontraron valores de nitratos de 680 ppm, estos valores son bajos al ser comparados con los valores de referencia (mayores a 700 ppm a partir de la primera y segunda cosecha). Esto mostró la necesidad de fertilización adicional (nitrógeno) para mantener un período de cosecha más largo. Este hallazgo nos condujo a hacer nuevamente una observación más cuidadosa de las plantas y a una discusión posterior, llegando a la conclusión de que la deficiencia del crecimiento se debió a la carencia de fósforo o potasio (Tabla 1). En general, los valores de NO_3^- se encuentran entre 300 y 1000 para brócoli, 400 y 1000 en cucurbitáceas, 800 y 1400 en pimientos, 600 y 1400 en papa, 200 y 1200 en tomates y entre 600 y 1500 ppm en melón.

3.2 Análisis químico de los suelos

Los resultados del análisis químico de las muestras de suelo son presentados en la Tabla 1. Los suelos presentaron diferentes tipos de textura. Los suelos mostraron un pH variable entre ácido, neutro y alcalinos, con un rango entre 4.5 a 8.0; esto tuvo un efecto en la disponibilidad de P, la cual fue muy baja (0.3 a 8 ppm). El contenido de materia orgánica varió entre 0.31 y 5.68%; Ca entre 0.59 y 40 meq/100 g; entre 0.29 y 12 meq/100 g de Mg; entre 0.09 y 1.01 de K. La relación Ca/Mg y Mg/K fue alta en un rango de 2 a 26 para el primer caso y entre 1 y 33 para el segundo (Tabla 1).Tabla 1. Propiedades físicas y químicas de los suelos de La Vega.

En las parcelas donde se presentó un mal crecimiento de la planta (M), los valores de la dureza del suelo fueron mucho más altos que el área con buen crecimiento de la planta (B), sobrepasando 20 mm después de 15 cm de profundidad (Figuras 7 y 8). Cuando un suelo tiene una dureza superior a 20 mm (uso de penetrómetro), las raíces no tendrán un crecimiento normal. Por otra parte, el horizonte Ap del punto B tenía una profundidad de 27 cm, mientras que el de Ap del punto M, sólo tenía 9 cm. Esto evidencia la erosión del suelo. El pH del punto M era muy bajo, con 4.5, mostrando el proceso de acidificación. El fósforo disponible fue muy bajo en el punto M (de 0.5 a 1.5 ppm) e igualmente bajo el nivel de catión intercambiable.

Ambos puntos mostraron altos valores de la dureza del horizonte Bt, superando 20 mm. Los resultados del análisis químico de estos suelos fueron similares, y no presentando deficiencia, excepto en los valores de P disponible (Figuras 9 y 10).

a) Suelo Piedra Blanca

Altitud: 570 msnm.

Uso actual de la parcela: cultivos de batata y yuca.

Pendiente de 3 a 5%.

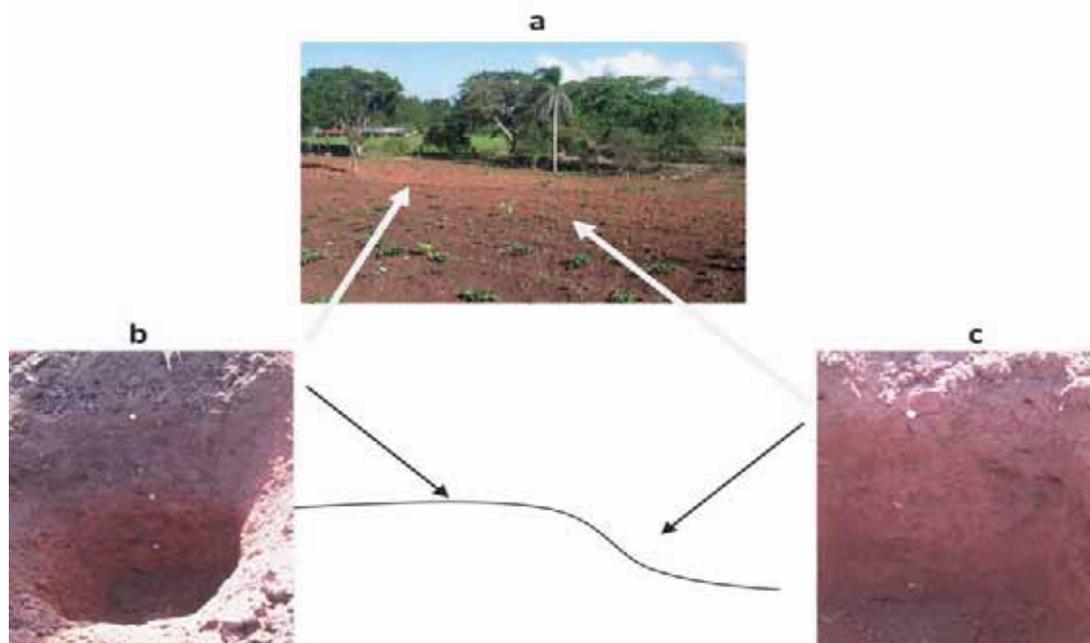


Figura 7. Comparación de dos perfiles de suelos de la localidad de Piedra Blanca: a) zona de muestreo, b) perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas y c) perfil de suelo con mayor grado de compactación y menor desarrollo de las plantas.

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas de los suelos de La Vega.

Parcela	Profundidad (cm)	Horizonte	Textura***	pH (H ₂ O)	CE (dS/m 1:2)	MO (%)	Cationes intercambiables (meq/100 g)				P disponible (ppm, Bray 2)	
							Ca	Mg	K	Ca/Mg		
Piedra Blanca (B*)	0-10	Ap ₁	F	5.8	0.13	3.38	8.24	1.64	0.51	5.0	3.3	8.1
	10-27	Ap ₂	F	5.7	0.11	3.53	6.78	1.32	0.42	5.1	3.1	4.5
Piedra Blanca (M**)	0-9	Ap	F	4.5	0.09	2.61	1.03	0.36	0.13	2.9	2.8	1.5
	9-23	Bt	FA	4.5	0.07	0.31	0.59	0.29	0.15	2.1	1.9	0.5
Limonal	0-8	Ap ₁	F	5.2	0.07	5.06	3.40	1.01	0.34	3.4	3.0	1.1
	8-17	Ap ₂	F	5.0	0.06	3.84	2.20	0.74	0.21	3.0	3.5	0.4
Las Yayas 1(B)	0-5	Ap	FA	6.6	0.21	5.06	24.70	8.29	0.99	3.0	8.3	1.4
	5-25	Bt ₁	A	6.1	0.22	2.15	28.43	9.48	0.48	3.0	19.8	0.7
Las Yayas 1(M)	0-7	Ap	F	6.2	0.21	4.30	23.64	9.00	0.72	2.6	12.5	0.7
	7-20	Bt ₁	A	5.8	0.24	2.76	23.32	9.20	0.45	2.5	20.3	0.4
Las Yayas 2(B)	0-12	Ap	FA	6.7	0.48	5.83	33.64	7.88	1.06	4.3	7.4	3.4
	12-23	Bt ₁	A	6.8	0.33	3.99	32.63	7.54	0.55	4.3	13.7	0.6
Las Yayas 2(M)	0-3	Ap ₁	FA	6.6	0.38	4.91	28.39	7.39	1.01	3.8	7.3	6.8
	3-10	Ap ₂	FA	6.5	0.30	4.14	28.67	7.40	0.68	3.9	10.9	1.2
La Torre 1(B)	0-10	Ap	FAR	7.9	0.32	5.68	31.79	1.34	0.36	23.7	3.7	0.3
	10-24	B	AAR	8.2	0.23	3.84	30.08	1.17	0.09	25.8	12.9	0.3
La Torre 1(M)	0-10	Ap	FAR	7.8	0.41	6.60	33.84	2.43	0.49	13.9	4.9	0.1
	10-25	BC ₁	F	8.0	0.34	5.83	38.63	1.44	0.22	26.8	6.6	0.2
La Torre 2	0-5	Ap	F	7.0	0.31	2.91	20.72	8.16	0.50	2.5	16.4	2.5
	5-18	Bt ₁	FA	7.0	0.17	2.45	19.02	8.86	0.29	2.1	30.6	1.0
Las Cañas(B)	0-10	Ap	FA	6.6	0.17	3.53	15.71	5.42	0.37	2.9	14.5	1.7
	10-29	Bt ₁	A	6.7	0.18	3.07	18.76	6.91	0.21	2.7	33.3	1.3
Las Cañas(M)	0-7	Ap	F	6.3	0.25	3.84	14.22	5.07	0.51	2.8	10.0	1.3
	7-18	Bt ₁	FA	6.5	0.14	3.22	15.03	5.38	0.28	2.8	19.2	0.6
La Rosa 1	0-20	Ap	F	8/0	0.47	3.53	41.00	4.65	0.61	8.8	7.6	2.3
	20-39	Bt ₁	FA	8.0	0.42	2.76	39.71	3.03	0.47	13.1	6.5	4.3
La Rosa 2	0-8	Ap	FA	7.8	0.73	2.61	39.37	11.31	0.71	3.5	15.9	3.7
	8-26	Bt ₁	A	7.3	0.78	2.61	35.55	12.25	0.41	2.9	30.2	1.7
La Rosa 3	0-10	Ap	FAR	8.2	0.37	0.92	27.58	4.74	0.28	5.8	17.2	1.0
	10-23	B	AAR	8.2	0.38	1.07	30.56	5.50	0.38	5.6	14.7	0.6

*B=buen crecimiento; **M=mal crecimiento; *** F= franco; FA= franco arcilloso; A= arcilla; FAR= franco arenoso; AAR= arcillo arenoso

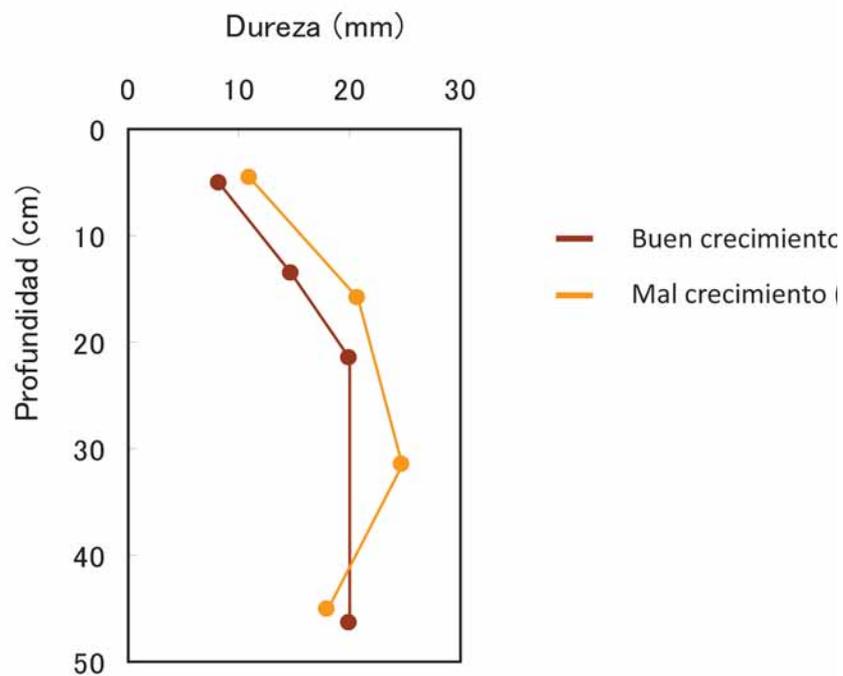


Figura 8. Relación crecimiento de las plantas ver sus profundidad dureza del suelo Piedra Blanca.

b) Suelo de Las Yayas 1

Altitud: 95 a 105 msnm.

Uso actual de la parcela: yuca.

Pendiente de 3 a 5%.

Drenaje: malo.

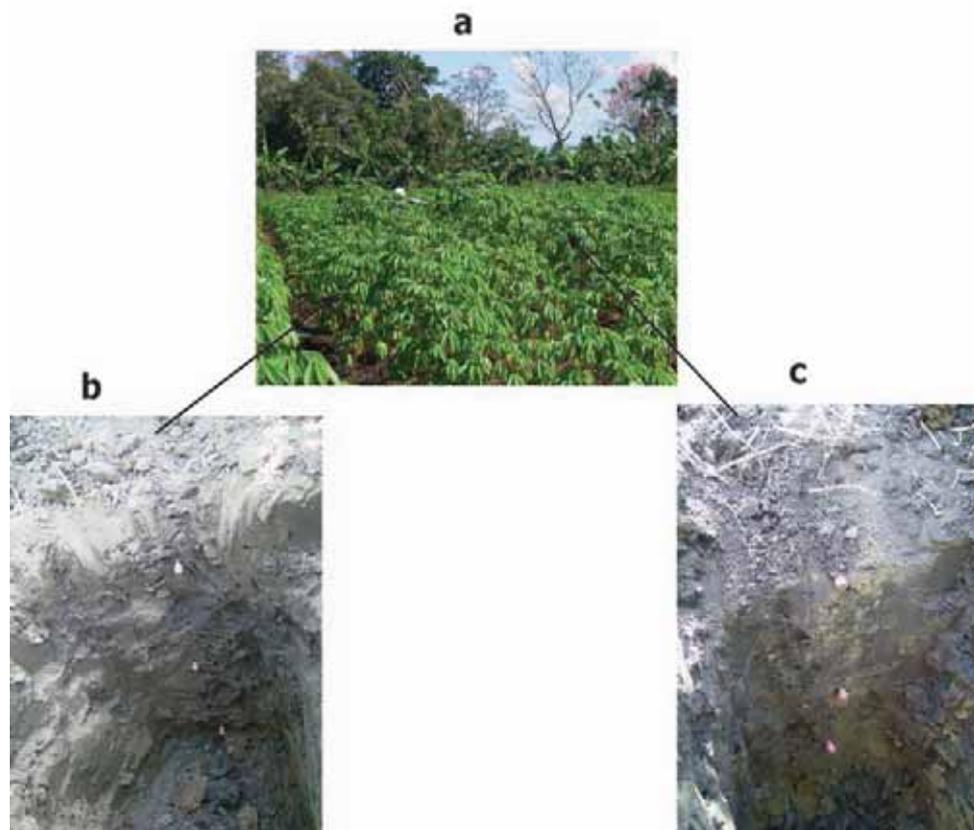


Figura 9. Comparación de dos perfiles de suelos de la localidad de Las Yayas 1: a) zona de muestreo, b) perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas y c) perfil de suelo con mayor grado de compactación y menor desarrollo de las plantas.

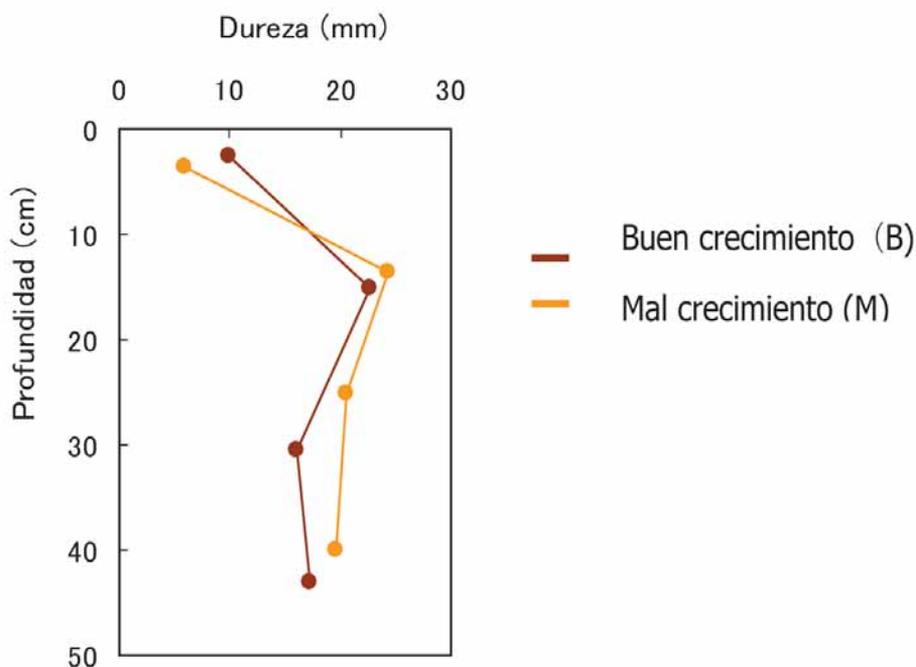


Figura 10. Relación crecimiento de las plantas versus profundidad dureza del suelo Las Yayas 1.

c) Suelo de Las Yayas 2

Altitud: 95 a 105 msnm.

Uso actual de la parcela: yuca y producción forestal.

Pendiente de 3 a 5%.

Drenaje: malo

La parcela del punto B es relativamente nueva y era un bosque hasta 7 años atrás. La distribución de los resultados del análisis de la dureza del suelo también indicó que todavía no se ha formado una capa de suelo compactada. El área mala es más vieja que la B y tienen capas duras, pero no profundas. Los resultados del análisis químico son similares, excepto que el nivel de fósforo disponible es más bajo en el malo (Figuras 11 y 12).

d) Suelo de La Torre 1

Altitud: 230 msnm

Uso actual de la parcela pastura y plátano.

Pendiente: 2%.

Drenaje: moderado.

Al momento del muestreo, el suelo no estaba cultivado, por lo que se analizó el suelo del punto (B) ubicado en la parte superior de la pendiente y el (M) en el medio de la pendiente. Ambos puntos mostraron altos valores de dureza. El contenido de materia orgánica en la capa superficial fue alto, con 6%, lo cual explica el efecto del cultivo anterior (pastizal libre). En el punto M, en las capas inferiores a una profundidad de 25 cm, se observó la distribución de caliza. Los resultados del análisis químico indicaron altos valores de pH y Ca y bajos valores de Mg, K y P en ambos puntos (Figuras 13 y 14).

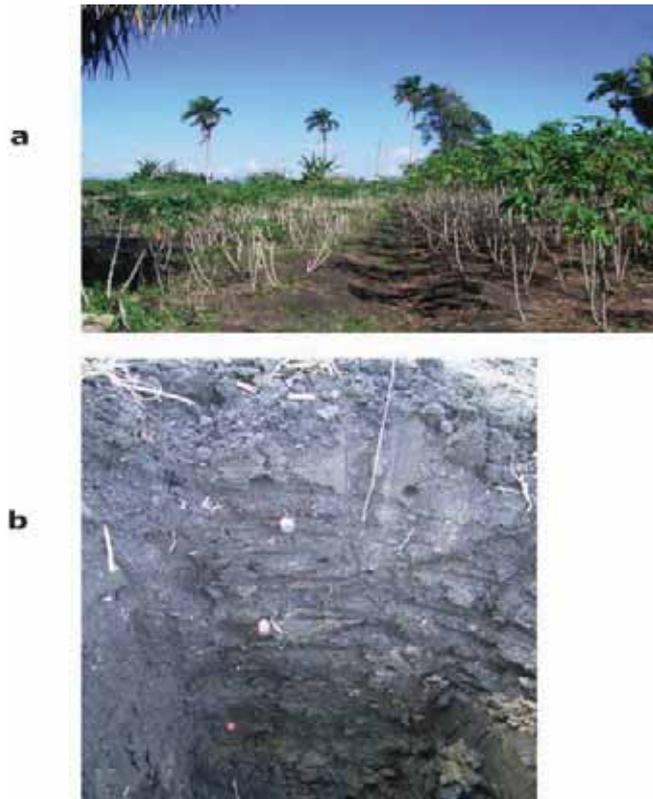


Figura 11. Perfiles de suelos de la localidad de Las Yayas 2: a) zona de muestreo, b) perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas.

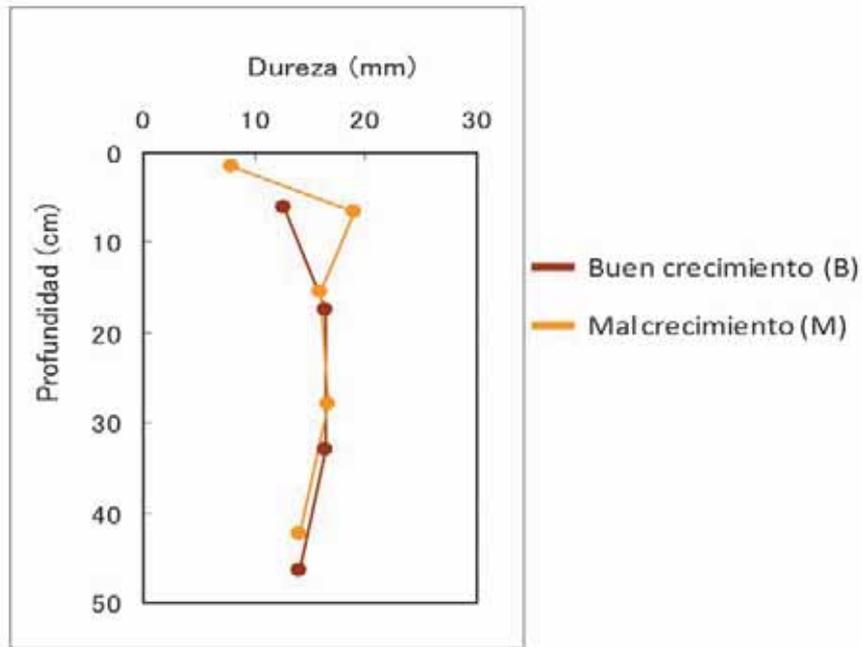


Figura 12. Relación crecimiento de las plantas versus profundidad dureza del suelo Las Yayas 2.

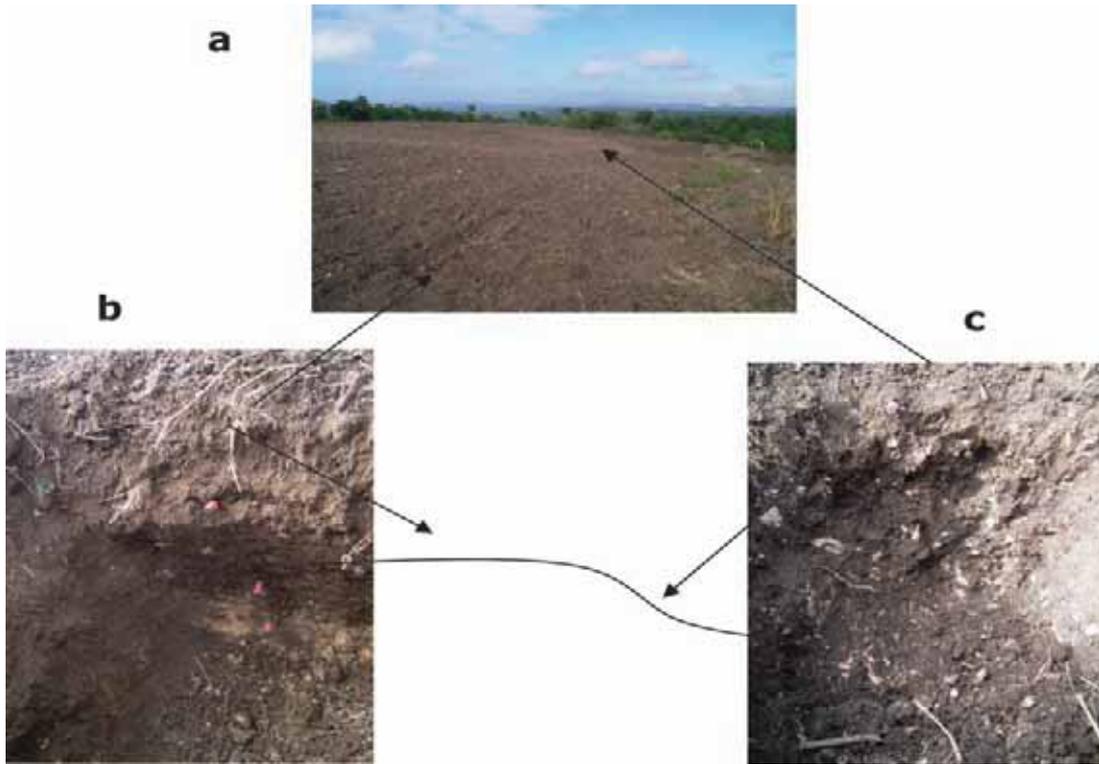


Figura 13. Comparación de dos perfiles de suelos de la localidad de La Torre 1:
 a) zona de muestreo,
 b) perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas y
 c) perfil de suelo con mayor grado de compactación y menor desarrollo de las plantas.

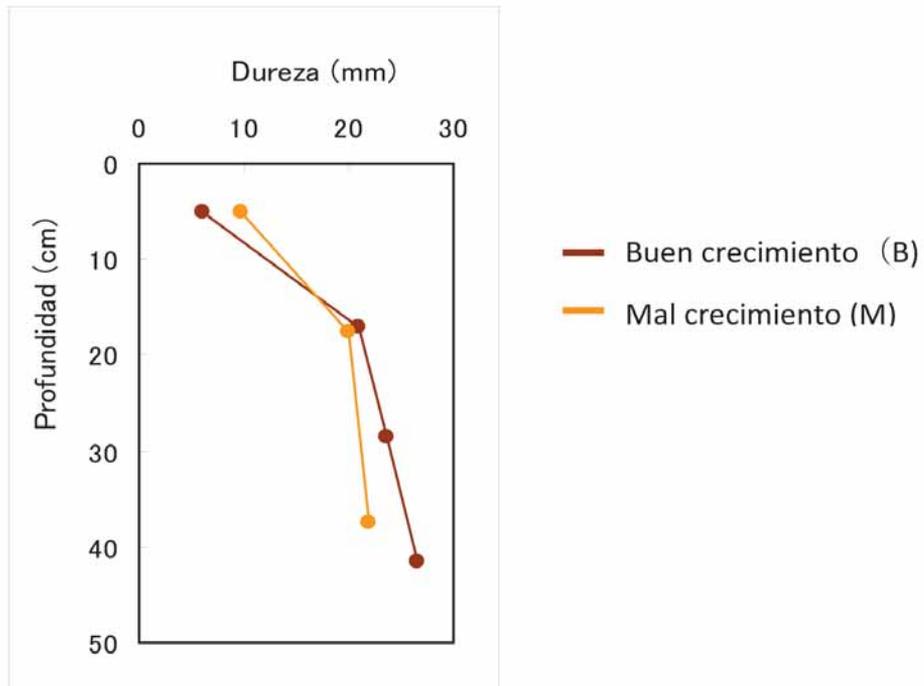


Figura 14. Relación crecimiento de las plantas versus profundidad dureza del suelo La Torre 1.

e) Suelo La Torre 2

Altitud: 100 msnm.

Uso actual de la parcela: lechoza.

Pendiente: 8%.

Drenaje: moderado.

En los resultados del análisis químico del suelo no se observan problemas en el contenido nutricional, salvo que el contenido de materias orgánicas es bajo y el nivel de Ca es ligeramente alto. Hacer comentarios Figuras 15 y 16.



Figura 15. Perfiles de suelos de la localidad de La Torre 2: a) zona de muestreo, b) perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas y c) perfil de suelo con mayor grado de compactación y menor desarrollo de las plantas.

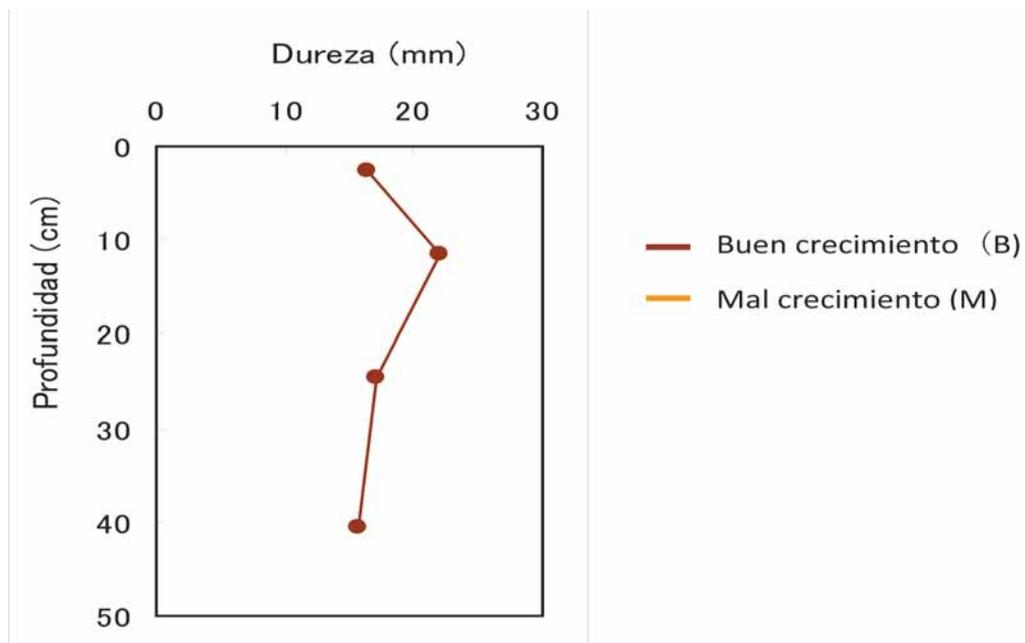


Figura 16. Relación crecimiento de las plantas versus profundidad dureza del suelo La Torre 2.

e. Suelo de Las Canas

Altitud: 100 msnm

Uso actual de la parcela: Cultivos de yuca, tabaco y auyama.

Pendiente: plana.

Drenaje: Moderado.

Estos suelos mostraron en ambos puntos de muestreos una capa de suelo muy compactado y mal drenaje. Esto podría ser explicado por el alto contenido de arcilla en el suelo. En el punto M se observó que los muros formados al momento de la siembra ya se habían destruido por el agua torrencial de la lluvia. Los resultados del análisis químico indicaron que en ambos puntos, los valores de fósforo disponible y potasio son bajos, y que la relación Mg/Potasio es alto (Figuras 17 y 18).

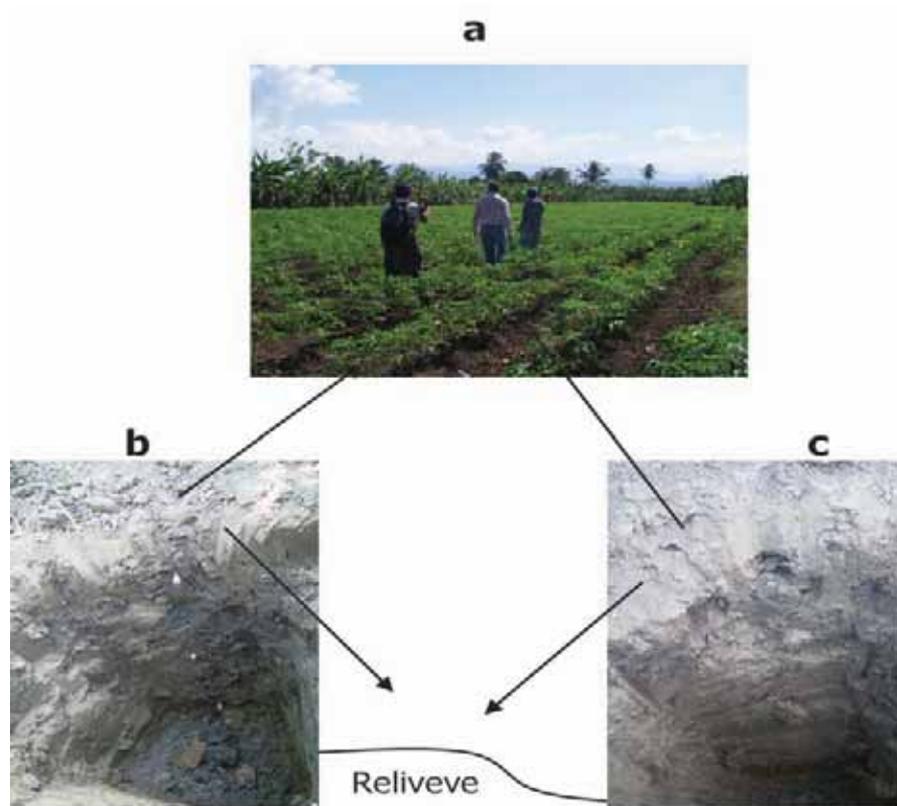


Figura 17. Comparación de dos perfiles de suelos de la localidad de Las Canas: a) zona de muestreo, b) perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas y c) perfil de suelo con mayor grado de compactación y menor desarrollo de las plantas.

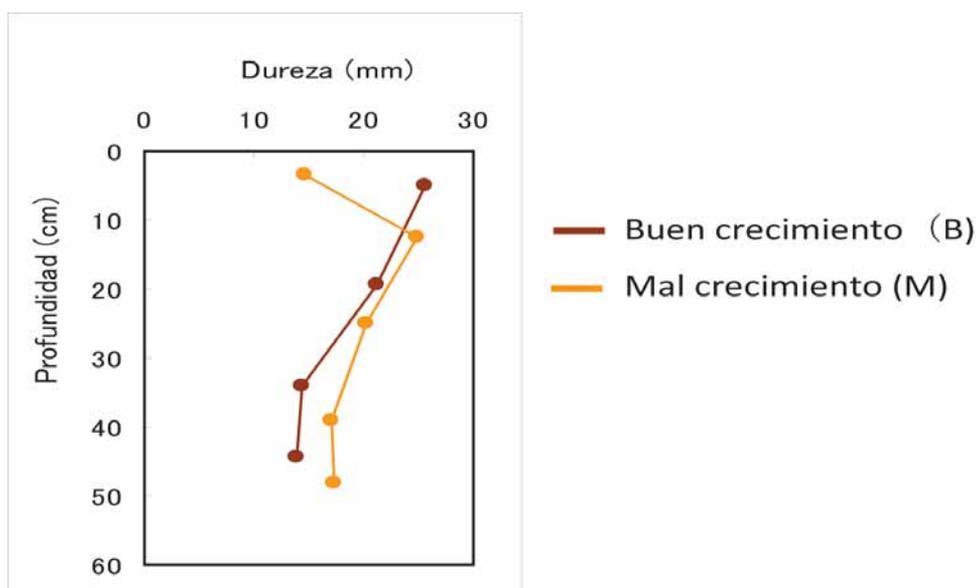


Figura 18. Relación crecimiento de las plantas versus profundidad dureza del suelo La Caña.

f) Suelo el Limonal

Altitud: 565 msnm

Uso actual de la parcela ñame.

Pendiente: 8%.

Drenaje: Moderado.

El área de muestreo esta ubicada muy cerca del Campo Experimental de Limonal del PAS. Se observó la presencia de una capa muy arcillosa y la presencia de una gran cantidad de partículas metálicas de hierro. El suelo presentó un buen drenaje y un alto contenido de MO en la capa superficial. El pH es ligeramente ácido, el contenido de Mg, potasio y fósforo también es bajo (Figuras 19 y 20).

a



b



Figura 19. Perfiles de suelos de la localidad de Limonal: a) zona de muestreo, b) perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas.

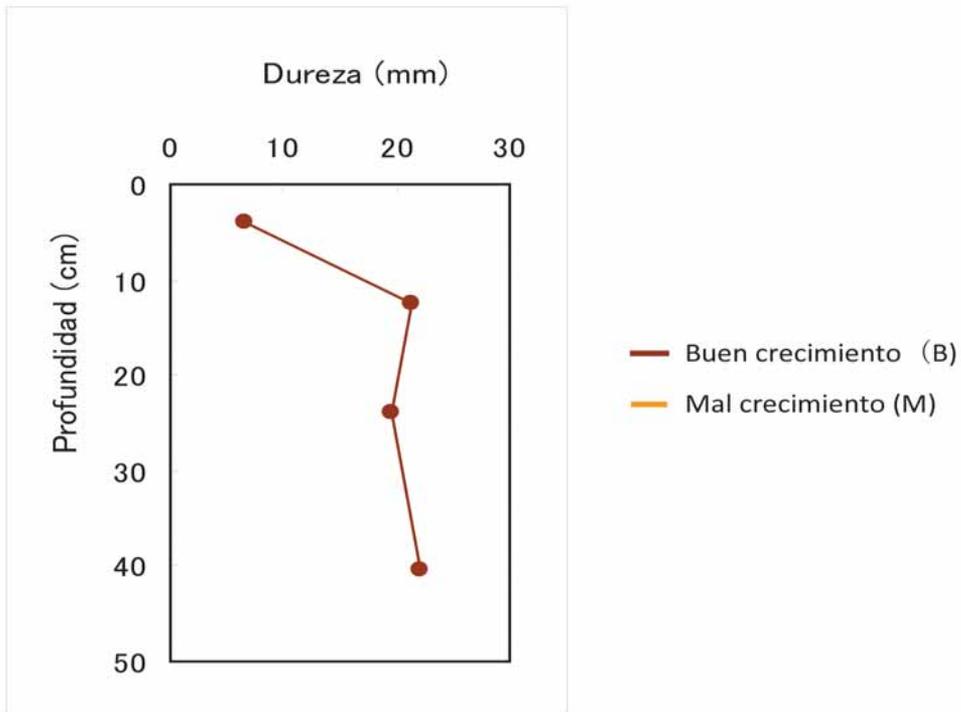


Figura 20. Relación crecimiento de las plantas versus profundidad dureza del suelo El Limonal, Jarabacoa.

g) Suelo La Rosa 1

Altitud: 90 msnm

Uso actual de la parcela: plátano.

Pendiente: 5%.

Drenaje: moderado.

Estos suelos mostraron un pH básico (8.00) y el contenido de Ca fue alto (Tabla 1). Los contenidos de K, P y arcilla también fueron bajos. Esta última característica explica la baja compactación de estos suelos (Figuras 21 y 22).



Figura 21. Perfiles de suelos de la localidad de La Rosa 1: zona de muestreo (izquierda) y a la derecha el Perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas.

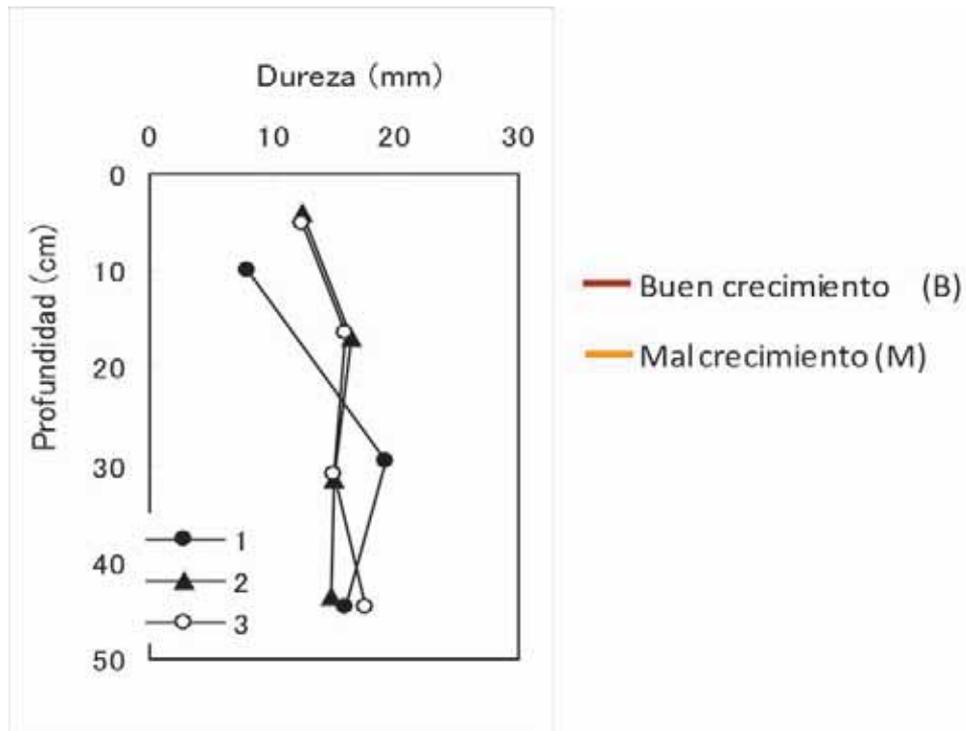


Figura 22. Relación crecimiento de las plantas versus profundidad dureza del suelo La Rosa 1.

h) Suelo de La Rosa 2

Altitud: 90 msnm

Uso actual de la parcela: yuca.

Pendiente: moderada.

Drenaje: deficiente.

Estos suelos tienen alto contenido de arcillas y una dureza moderada (Figura 23). Tiene alto contenido de Ca y un pH (8.2) elevado.



Figura 23. Perfiles de suelos de la localidad de La Rosa 2. A izquierda la zona de muestreo y a la derecha el perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas.

i) Suelo La Rosa 3

Altitud: 90 msnm.

Uso actual de la parcela: berengena.

Pendiente: moderado.

Drenaje: deficiente.

Estos suelos son arenosos, con bajo contenido de materia orgánica, pH básico y baja disponibilidad de P (Tabla 1).

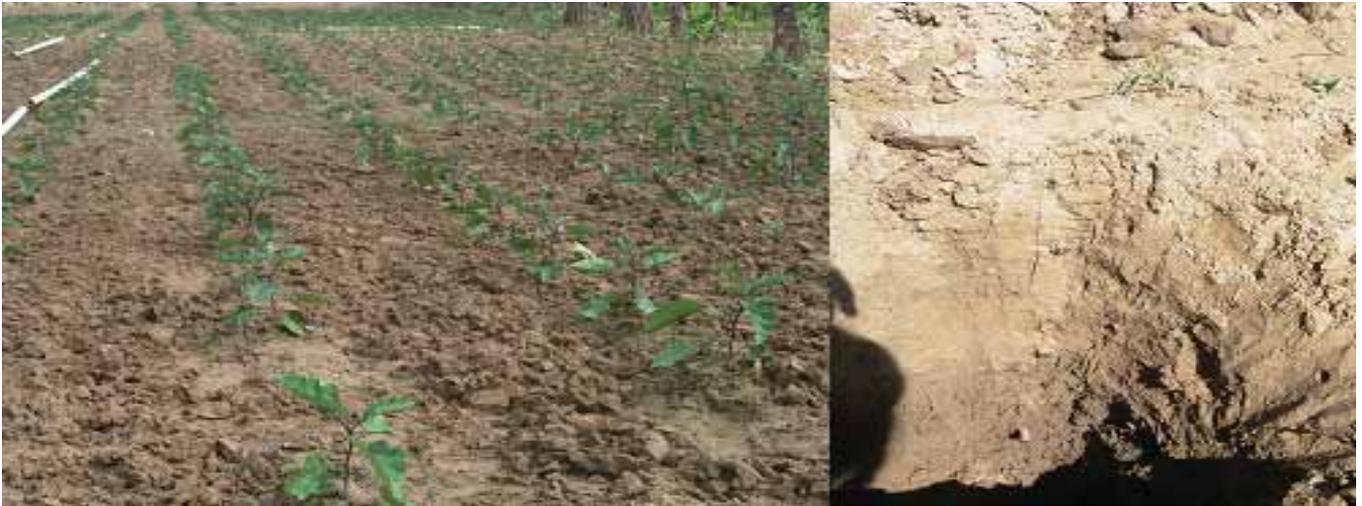


Figura 24. Perfiles de suelos de la localidad de La Rosa, a la izquierda zona de muestreo y a la derecha el perfil de suelo con menor grado de compactación y mayor desarrollo de las plantas.

IV. CONCLUSIONES

La aplicación de metodologías de diagnóstico rápido de suelos y plantas en las zonas de influencia del proyecto PAS, demostró ser una herramienta útil, de fácil aplicación, manejo y efectiva en la obtención de información sobre el estado nutricional de los cultivos y de los niveles de fertilidad de los suelos, permitiendo con esto el proceso de toma de decisiones en el manejo de los sistemas de producción.

La aplicación de esta herramienta aumentará la eficiencia de los productores en la toma de decisiones en el manejo de los cultivos. La fertilidad de los suelos en la provincia La Vega fue muy variable, sugiriendo un manejo de la fertilización para mejorar la productividad de los cultivos. Por otro lado se observó niveles de dureza de los suelos muy alta por lo que se recomienda la aplicación de enmiendas orgánicas para su mejoramiento.

V. RECOMENDACIONES

Se sugiere aplicar la metodología de diagnóstico rápido en otros puntos de la provincia de La Vega en donde el PAS tiene establecidos los experimentos y parcelas demostrativas con el objetivo de comparar la eficiencia de estos instrumentos con la productividad (rendimiento) de cada zona en función de los resultados.

El diagnóstico “instantáneo” del suelo con el medidor portátil es un método muy fácil y efectivo para verificar las condiciones nutricionales de cultivos, pero, hay que cumplir con las instrucciones establecidas para su utilización.

VI. REFERENCIAS

Cepeda, J. 2006. Apuntes de fertilidad de suelos II. Universidad Autónoma de Santo Domingo. República Dominicana.

Cepeda, J.; Avilés, E. 2007. Caracterización de la fertilidad de los suelos en fincas de pequeños productores agrícolas de La Vega. 2007. IDIAF. Santo Domingo,DO. 12 p. (mimeografiado).

Donald, F. 1994. Soil morphology classification, and interpretations. University of Arizona. USA.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1978. Mapa semi-detallado y aptitud de los suelos en el valle del Cibao, República Dominicana. 1974. FAO AGP: DP/DOM/69/509 Informe técnico 6.

Gutiérrez, M. 2002. Aspectos básicos de la nutrición mineral de las plantas absorción foliar de sustancias útiles en la aplicación de agroquímicos al follaje. Memoria fertilización foliar: diagnóstico y aplicaciones. San José, CR. Pp: 1-6.



OFICINA CENTRAL SANTO DOMINGO

Calle Rafael Augusto Sánchez No. 89, Ensanche Evaristo Morales
Santo Domingo, República Dominicana

Tel: 809-567-8999 / 809-683-2240 / Fax: 809-567-9199

www.idiaf.org.do

idiaf@idiaf.org.do

ISBN 978-9946-448-06-1



9 789946 44806 1