

**CALIDAD DE SUELOS PARA LA AGRICULTURA EN LOS DISTRITOS DE LUYA VIEJO,
CONILA, COHECHAN, SAN CRISTOBAL DEL OLTO DE LA PROVINCIA DE LUYA**

**QUALITY OF SOILS FOR AGRICULTURE IN THE DISTRICTS OF LUYA VIEJO, CONILA,
COHECHAN, SAN CRISTOBAL DEL OLTO OF THE PROVINCE OF LUYA**

Juan Luis Rodríguez Vega¹
Edgar Felipe Rioja Su²
Fitzgerald Reyes Farje³
Pedro Zamora Romero⁴

Fecha de recepción: 25 abril 2016
Fecha de aceptación: 15 junio 2017

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la calidad de suelos para la agricultura en los distritos de Luya viejo, Conila, Cohechán y San Cristobal del Olto de la provincia de Luya, región Amazonas - Perú, llevándose a cabo en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Asimismo se realizaron una serie de análisis donde a cada muestra se determinó las caracterizaciones: Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Azufre, pH y Materia Orgánica, se usaron estimaciones porcentuales e interválica para las observaciones de cada característica evaluada, las mismas que fueron comparadas con los resultados de estudios anteriores y bibliografía especializada. Para la realización de la presente investigación se realizaron calicatas de 30 cm de profundidad ya que los cultivos instalados no requieren de mayor profundidad, se extrajeron muestras provenientes de los distritos de: Luya Viejo, Conila, Cohechan, y San Cristobal del Olto. Estos parámetros encontrados a través del análisis de suelo, donde los métodos que se emplearon para los análisis químicos cuantitativos, para estos elementos; y en donde se trató de combinar los métodos de análisis por vía clásica y por vía instrumental que permitieron determinar la fertilidad del mismo; encontrándose además: Nitrógeno entre 14 y 20 kg/ha; Fósforo entre 4 y 9 kg/ha; Potasio entre 65 y 120 kg/ha; Calcio entre 45 y 80 kg/ha; Magnesio entre 0 y 0,5 kg/ha; Azufre entre 0 y 0,5 kg/ha; pH entre 6,50 y 7,20 kg/ha y Materia Orgánica entre 2,24 y 3.12 kg/ha. De los análisis practicados a las muestras de los diversos distritos en estudio se demostró que los suelos más calcáreos se encuentran en San Cristobal del Olto, lo cual facilita la siembra de alfalfa. De los 4 distritos en estudio el suelo de mejor calidad, por los nutrientes, se encuentra en San Cristóbal del Olto y el de menor concentración de nutrientes en Conila.

Palabras clave: *Análisis de suelos, parámetros de análisis de suelo.*

Abstract

The present research had as objective to determine the quality of soils for agriculture in the districts of Luya viejo, Conila, Cohechán and San Cristobal del Olto in the province of Luya, region Amazonas - Peru, taking place in the University Also a series of analyzes were carried out where each sample determined the following characterizations: Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium, Magnesium, Sulfur, pH and Organic matter, we used percentage and interválica estimates for the observations Of each evaluated characteristic, the same ones that were compared with the results of previous studies and specialized bibliography. In order to carry out the present investigation, 30 cm

¹ Universidad de Lambayeque. Doctor en Ciencias, Chiclayo, Perú. <http://orcid.org/0000-0001-9821-8531>

² Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Biólogo, Correo Electrónico: riojas@hotmail.com

³ Facultad de Sistemas y Mecánica Eléctrica de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Ingeniero Químico, Correo Electrónico: jeffersonrefa@hotmail.com

⁴ Consultor Ambiental, Docente Universitario, Biólogo, Correo Electrónico: pedrozar_1@yahoo.es

depth gauges were carried out since the cultures installed did not require any further depth. Samples were obtained from the following districts: Luya Viejo, Conila, Cohechan, and San Cristobal del Olto. These parameters found through soil analysis, where the methods used for quantitative chemical analyzes, for these elements; And where it was tried to combine the methods of analysis by means of classical and instrumental way that allowed to determine the fertility of the same one; Being also: Nitrogen between 14 and 20 kg / ha; Phosphorus between 4 and 9 kg / ha; Potassium between 65 and 120 kg / ha; Calcium between 45 and 80 kg / ha; Magnesium between 0 and 0.5 kg / ha; Sulfur between 0 and 0.5 kg / ha; PH between 6.50 and 7.20 kg / ha and Organic matter between 2.24 and 3.12 kg / ha. From the analyzes carried out on samples from the various districts under study, it was shown that the most calcareous soils are found in San Cristobal del Olto, which facilitates the planting of alfalfa. Of the 4 districts under study, the soil of better quality, due to its nutrients, is found in San Cristóbal del Olto and the one with the lowest concentration of nutrients in Conila.

Keywords: soil analysis, soil analysis parameters.

1. Introducción

En lo que corresponde a la calidad del suelo para la vida; este no ha recibido de la sociedad en su conjunto, un cuidado y la correcta atención que merece. Como sabemos su degradación es una seria amenaza para el futuro de la humanidad y posteriores generaciones. Por lo tanto, hoy en día los científicos se enfrentan al triple desafío de intensificar, preservar e incrementar la calidad de la tierra para su correspondiente cuidado. Es por ello, que es necesario contar con una sólida concepción de la calidad y con indicadores de calidad o salud de la tierra y del manejo sostenible de la misma; y su posterior seguimiento a las variables sociales y económicas. En esta investigación se realizó una revisión de los principales conceptos relacionados con la calidad del suelo y sus indicadores. El adecuado manejo de los conceptos sobre estos temas redundó en un mejor manejo de la sostenibilidad del recurso, de la agricultura sostenible y en la toma de decisiones de políticas de uso del suelo.

La calidad y la salud del suelo son conceptos equivalentes, no siempre considerados sinónimos (Doran y Parkin, 1994). La calidad debe interpretarse como la utilidad del suelo para un propósito específico en una escala amplia de tiempo (Carter et al., 1997). El estado de las propiedades dinámicas del suelo como contenido de materia orgánica, diversidad de organismos, o productos microbianos en un tiempo particular constituye la salud del suelo (Romig et al., 1995).

La preocupación por la calidad del suelo no es nueva (Lowdermilk, 1953; Doran et al., 1996; Karlen et al., 1997; Singer y Ewing, 2000). En el pasado, este concepto fue equiparado con el de productividad agrícola por la poca diferenciación que se hacía entre tierras y suelo. Tierras de buena calidad eran aquéllas que permitían maximizar la producción y minimizar la erosión. Para clasificarlas se generaron sistemas basados en esas ideas (Doran y Parkin, 1994). Esos incluían términos como tierras agrícolas de primera calidad. El concepto de calidad del suelo ha estado asociado con el de sostenibilidad, pero éste último tiene varias acepciones. Para Budd (1992), es el número de individuos que se pueden mantener en un área dada. En cambio, para Buol (1995), el uso del suelo se debe basar en la capacidad de éste para proporcionar elementos esenciales, pues éstos son finitos y limitan, por ende, la productividad. La calidad del suelo, ha sido percibida de muchas formas desde que este concepto se popularizó en la década anterior (Karlen et al., 1997). Este concepto ha sido relacionado con la capacidad del suelo para funcionar. Incluye atributos como fertilidad, productividad potencial, sostenibilidad y calidad ambiental. Simultáneamente, calidad del suelo es un instrumento que sirve para comprender la utilidad y salud de este recurso. A pesar de su importancia, la ciencia del suelo no ha avanzado lo suficiente para definir claramente lo que se entiende por calidad.

En virtud de que existen muchas propiedades alternativas para evaluar la calidad del suelo, Larson y Pierce (1991); Doran y Parkin (1994) y Seybold et al. (1997) plantearon un conjunto mínimo de propiedades del suelo para ser usadas como indicadores para evaluar los cambios que ocurren en el suelo con respecto al tiempo. Los indicadores disponibles para evaluar la calidad de suelo pueden variar de

localidad a localidad dependiendo del tipo y uso, función y factores de formación del suelo (Arshad y Coen, 1992).

En la Región, lugar de la investigación; no está muy difundido la importancia de realizar estudios de análisis de suelo a los terrenos de cultivo para determinar su calidad y posteriormente la aplicación de abonos o fertilizantes en las dosis adecuadas de acuerdo al análisis; siendo necesario por tanto un mapeo por provincias de los tipos de suelo y de los tipos de cultivos más adecuados a sembrar.

En el trabajo realizado, la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas UNAT-A con el fin de contribuir a la solución de los problemas que se presentan en la región, está avocada a poner al servicio de la comunidad, sus investigaciones en lo que corresponde a las ciencias de base para orientar al poblador sobre la posible mejora de sus actividades agrícolas. En este sentido, la presente investigación permitió determinar la calidad de suelos para la agricultura en los distritos de Luya viejo, Conila, Cohechán y San Cristobal del Olto de la provincia de Luya en el año 2014. Para ello, primero se determinó las Técnicas de Laboratorio para Análisis Básico como, pH, Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Materia Orgánica; luego se determinaron los nutrientes que limitan la producción y cuales tienen la mayor prioridad en programas de fertilización, seleccionando los fertilizantes que entreguen los nutrientes requeridos para los cultivos; para posteriormente alcanzar las recomendaciones en cuanto a calidad y cantidad de abono o fertilizante por cultivo a instalar para que los niveles de producción sea máximo en cada distrito y sector agroecológico en que se encuentre.

2. Materiales y métodos

La investigación se realizó tomando los parámetros para los cuales se buscó los métodos más convenientes, que fueron: Determinación del pH, del nitrógeno total, del fósforo asimilable, del potasio asimilable. Estos parámetros se encontraron en un análisis de suelo para determinar la fertilidad del mismo, por lo que los métodos que se empleó, vienen a ser parte de los análisis químicos cuantitativos para estos elementos y en donde se trató de combinar los métodos de análisis por vía clásica y por vía instrumental. En todos estos ensayos se utilizaron diversas muestras de los suelos para la agricultura en los distritos de Luya viejo, Conila, Cohechán y San Cristobal del Olto de la provincia de Luya.

Los análisis de suelos se realizaron en tres etapas que son: Muestreo del suelo (se retiró las muestras del suelo y las llevamos al centro de análisis); análisis del suelo (En el laboratorio de PROCONSQUI se realizaron los análisis de las muestras) y elaboración de un plan de fertilización (según los resultados obtenidos se elaboró un plan de fertilización para que el agricultor actúe de acuerdo a la recomendación dada)

Toma de muestras:

Delimitación de suelos:

Se identificó los diferentes tipos de suelos en la finca y los límites que estos suelos tienen dentro del paisaje y se definió las unidades de muestreo, pendiente del terreno (plano vs. Inclinado), material parental (terrazza aluvial vs. coluvio), uso (pastura vs. bosque), manejo (fertilizado vs. no fertilizado), etc. Cada tipo de suelo se consideró como un terreno homogéneo e independiente (unidad de muestreo), que se identificó con base en las características mencionadas (pendiente, material parental, uso, manejo).

Toma de submuestras:

Dentro de cada unidad de muestreo se tomó una muestra de suelo que es en realidad una “muestra compuesta”. Es decir, una muestra de suelo que se compone de varias submuestras tomadas aleatoriamente en el campo (Brady y Weil, 1999). El número de submuestras por cada muestra es variable, como recomendación general para una unidad de muestreo se tomó 10-20 submuestras (ICA, 1992). Es importante insistir que estas son recomendaciones generales que han sido aplicadas en el campo. Adicionalmente, esta técnica de muestreo es válida sólo si el suelo dentro de cada unidad es

homogéneo, por lo que es muy importante hacer una buena definición de las unidades de muestreo. Una vez que se definió los límites de cada unidad, se procedió a tomar las submuestras. Para ello se hizo un recorrido sobre el terreno en zigzag, tomando submuestras en cada vértice donde se cambie la dirección del recorrido (Tobón, s.f.).

En cada sitio de muestreo se removió las plantas y hojarasca fresca (1-3 cm) de un área de 40 cm x 40 cm, y luego se introdujo el barreno o pala a la profundidad deseada y se transfirió aproximadamente 100- 200 g de suelo a un balde plástico limpio. Las herramientas se limpiaron después de tomar cada submuestra.

Con una pala, se hizo un hueco en forma de “V” y luego se tomó de una de las paredes una porción de 10x10x3 cm y se transfirió al balde. La profundidad del suelo a la cual se toma la submuestra es también variable. Se consideró una profundidad de 20 cm la gran mayoría de cultivos agrícolas que existen en la zona. Esto coincide con la mayor concentración de raíces en el suelo. Para pasturas la profundidad fue un poco menor, 10-15 cm. Para especies frutales, plantaciones forestales y agrícolas (café, cacao, aguacate, etc.) se tomó dos tipos de submuestras, una de 0-20 cm y otra de 20-40 cm en la mitad de la gotera del árbol (la sombra proyectada por el árbol a mediodía) (Comité Departamental de cafeteros de Antioquia, s.f.). Se tomó dos submuestras debido a la mayor profundidad de raíces de estas especies vegetales. Luego se interpretará los resultados y las recomendaciones de manejo son basadas en la muestra superficial y poco en la muestra profunda, por tanto, es necesario hacer más trabajos de investigación al respecto.

En cualquier caso se removió piedras, raíces gruesas, lombrices e insectos del suelo. Las porciones del suelo se desmenuzaron con la mano. Al final las submuestras se mezclaron en el balde hasta completar el número total de submuestras deseadas. Posteriormente se transfirió 1 kg de suelo a una bolsa plástica limpia. La bolsa se cerró y se marcó con el nombre o número del terreno muestreado o con un código que se ha escogido a criterio del muestreador.

Una muestra (1 kg) representa un terreno homogéneo y no se han mezclado muestras de terrenos diferentes. La muestra compuesta se llevó al laboratorio lo más pronto posible. Esto en términos prácticos significa 1-2 días como máximo.

Análisis del suelo

Existen dos metodologías para realizar un análisis de las muestras de suelo recogidas. El método más antiguo utiliza reacciones químicas que producen cambios de color. El color exacto depende de la cantidad de minerales disponibles en el suelo. En el caso del análisis del pH, el color depende del pH del suelo. Estos ensayos químicos sencillos son muy fáciles de realizar pero son poco fiables. Por ello estos ensayos basados en la comparación de colores se han remplazado.

Todos los parámetros que se consideraron de las muestras de los suelos fueron analizados con equipos digitales como peachimetro y el espectrofotómetro. Estos aparatos miden de una forma rápida y exacta cantidades de minerales en las muestras del suelo.

Parámetros considerados en el análisis de los suelos en los diversos distritos de Luya.

PARÁMETROS	UNIDADES	DISTRITOS
pH	----	LUYA VIEJO CONILA
P	kg/ha	
PO_4	kg/ha	
K_2O	kg/ha	
NO_3N	kg/ha	
NO_3	kg/ha	
NH_3N	kg/ha	

NH_3	kg/ha	COHECHAN SAN CRISTOBAL DEL OLTO
NH_4	kg/ha	
Ca	kg/ha	
Mg	kg/ha	
SO_4	kg/ha	
Materia orgánica	%	

3. Resultados

Para todos los resultados obtenidos se ha considerado la desviación estándar (S), nivel de confianza y promedio para todos los parámetros.

Tabla 01

Características físicas y químicas de los suelos distrito de Luya viejo, provincia de Luya

MUESTRA A	pH	P	PO ₄	K	NO ₃ N	NO ₃	NH ₃ N	NH ₃	NH ₄	Ca	Mg	SO ₄	M.O
1	6,65	4,00	14,18	70,00	15,00	66,50	0,00	0,00	0,00	48,00	0,00	0,00	2,40
2	6,90	4,60	17,00	75,00	15,70	69,50	0,00	0,00	0,00	53,00	0,00	0,40	2,50
3	7,10	5,00	18,50	77,00	17,00	75,30	0,00	0,00	0,00	60,00	0,20	0,00	2,90
4	6,50	4,40	16,60	65,00	16,40	72,60	0,00	0,00	0,00	45,00	0,00	0,10	2,60
5	6,80	5,20	16,90	80,00	14,60	62,80	0,00	0,00	0,00	50,00	0,10	0,00	2,30
S	0,2302	0,4775	1,3202	5,9414	0,9839	4,9247	0,00	0,00	0,00	5,7184	0,0894	0,1732	0,2191
confianza	0,07	0,14	0,40	1,79	0,30	1,49	0,00	0,00	0,00	1,72	0,03	0,05	0,07
promedio	6,79	4,64	16,76	73,40	15,74	69,34	0,00	0,00	0,00	51,20	0,06	0,10	2,54

En la tabla 01 se aprecian los resultados de los análisis de los siguientes parámetros, siendo el promedio de pH de 6,79; fósforo de 4,64 Kg/ha; fosfato 16,76 Kg/ha; óxido de potasio 73,40 Kg/ha; nitrógeno amoniacal de 15,74 Kg/ha; nitrato 69,34 Kg/ha; 51,20 Kg/ha de calcio; 0,06 Kg/ha de magnesio; 0,10 Kg/ha de sulfato y 2,54 Kg/ha materia orgánica.

Tabla 02

Características físicas y químicas de los suelos distrito de Conila, provincia de Luya

MUESTRA	pH	P	PO ₄	K	NO ₃ N	NO ₃	NH ₃ N	NH ₃	NH ₄	Ca	Mg	SO ₄	M.O
1	6,83	4,10	15,20	88,00	14,00	62,00	0,00	0,00	0,00	52,00	0,00	0,00	2,24
2	6,94	4,60	17,00	70,00	14,50	62,40	0,00	0,00	0,00	58,00	0,00	0,00	2,54
3	7,05	4,40	16,30	99,00	15,00	66,40	0,00	0,00	0,00	60,00	0,00	0,00	2,65
4	7,14	4,70	17,40	92,00	14,20	61,00	0,00	0,00	0,00	70,00	0,00	0,00	2,31
5	7,20	4,80	17,80	88,00	15,30	67,80	0,00	0,00	0,00	80,00	0,10	0,00	2,64
S	0,1496	0,2775	1,0237	10,7145	0,5431	2,8657	0,00	0,00	0,00	11,0454	0,0447	0,00	0,1901
confianza	0,0451	0,0837	0,3088	1,79	0,1638	0,8644	0,00	0,00	0,00	3,3317	0,0135	0,00	0,0573
promedio	7,03	4,52	16,74	87,40	14,60	64,28	0,00	0,00	0,00	64,00	0,02	0,00	2,48

En la tabla 02 se muestran los resultados de los análisis de los parámetros siendo el promedio de pH de 7,03; fósforo de 4,52 Kg/ha; fosfato 16,74 Kg/ha; óxido de potasio 87,40 Kg/ha; nitrógeno amoniacal de 14,60 Kg/ha; nitrato 64,28 Kg/ha; 64 Kg/ha de calcio; 0,02 Kg/ha de magnesio y 2,48 Kg/ha de materia orgánica.

Tabla 03

Características físicas y químicas de los suelos distrito de Cohechan, provincia de Luya

MUESTRA	pH	P	PO ₄	K	NO ₃ N	NO ₃	NH ₃ N	NH ₃	NH ₄	Ca	Mg	S ₀₄	M.O
1	6,74	4,30	15,90	68,00	18,20	80,60	0,00	0,00	0,00	62,00	0,00	0,00	2,40
2	6,73	4,90	18,10	73,00	17,20	76,20	0,00	0,00	0,00	60,00	0,00	0,40	2,50
3	6,66	5,50	20,40	66,00	18,00	79,00	0,00	0,00	0,00	58,00	0,20	0,00	2,90
4	6,68	4,70	17,40	71,00	17,60	77,90	0,00	0,00	0,00	59,00	0,00	0,10	2,60
5	6,62	5,80	21,50	79,00	17,80	80,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,10	0,00	2,30
S	0,0498	0,6066	2,2700	5,0299	0,3847	1,7516	0,00	0,00	0,00	4,6043	0,0894	0,1732	0,2302
confianza	0,0150	0,1830	0,6847	1,5172	0,1160	0,5283	0,00	0,00	0,00	1,3889	0,03	0,05	0,0694
promedio	6,69	5,04	18,66	71,40	17,76	78,74	0,00	0,00	0,00	57,80	0,06	0,10	2,54

En la tabla 03 se observan los resultados de los análisis de los parámetros siendo el promedio de pH de 6,69; fósforo de 5,04 Kg/ha; Fosfato 18,66 Kg/ha; óxido de potasio 71,40 Kg/ha; Nitrógeno amoniacal de 17,76 Kg/ha; nitrato 78,74 Kg/ha; 57,80 Kg/ha de calcio y 2,54 Kg/ha de materia orgánica.

Tabla 04

Características físicas y químicas de los suelos distrito de San Cristóbal del Olto, provincia de Luya

MUESTRA	pH	P	PO ₄	K	NO ₃ N	NO ₃	NH ₃ N	NH ₃	NH ₄	Ca	Mg	S ₀₄	M.O
1	7,00	6,10	22,60	100,00	17,00	75,30	0,00	0,00	0,00	56,00	0,00	0,00	2,70
2	7,10	6,50	24,00	98,00	19,00	84,20	0,00	0,00	0,00	69,00	0,00	0,00	3,00
3	7,10	6,00	22,00	105,00	18,40	81,50	0,00	0,00	0,00	57,00	0,00	0,00	2,90
4	7,10	7,20	26,60	110,00	18,80	83,30	0,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	3,00
5	7,20	7,90	29,20	118,00	20,00	88,60	0,00	0,00	0,00	80,00	0,10	0,00	3,10
S	0,0698	0,8019	2,9953	8,0747	1,0900	4,8360	0,00	0,00	0,00	10,6911	0,0447	0,00	0,1721
confianza	0,0211	0,2419	0,9035	2,4356	0,3288	1,4587	0,00	0,00	0,00	3,2249	0,0135	0,00	0,0519
promedio	7,10	6,70	24,90	106,20	18,60	82,60	0,00	0,00	0,00	67,40	0,00	0,00	2,90

En la tabla 04 se encuentran los resultados de los análisis de los parámetros siendo el promedio de pH de 7,1; fósforo de 6,7 Kg/ha; Fosfato 24,9 Kg/ha; óxido de potasio 106,2 Kg/ha; Nitrógeno amoniacal de 18,6 Kg/ha; nitrato 81,6 Kg/ha; 67,4 Kg/ha de calcio y 2,9 Kg/ha de materia orgánica.

En la tabla 05 se observa los resultados de algunos parámetros como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio azufre y pH teniendo en consideración el tipo de cultivo encontrados en los suelos analizados.

Tabla 05

Nutrientes extraídos (parámetros) por diferentes cultivos en los distritos estudiados.

CULTIVO	ELEMENTOS FERTILIZANTES						pH
	N	P	K	Ca	Mg	S	
ALFALFA	2,90	0,68	2,56	11,23	1,30	2,00	6,5-8,00
CAMOTE	4,00	1,50	7,80	1,20	0,55	0,86	4,5-7,5
FRIJOL	45,00	17,00	34,00	8,00	3,00	4,20	6,2-7,2
MAIZ	25,00	15,00	26,00	4,50	6,00	3,00	5,5-7,5
PAPA	6,00	1,50	10,00	2,00	1,50	1,00	5,4-7,5

4. Discusión

Referente a los resultados de pH, se observa que los valores obtenidos por el método de cloruro de potasio 1N y el método de cloruro de calcio 0,01M son menores a los obtenidos en relación con las disoluciones acuosas. Esto nos lleva a inducir que con diluyente agua se presenta enmascaramiento del contenido de sales de los suelos, mientras que con las sales de cloruro de potasio y cloruro de calcio permitió mantener el suelo en condición floculada y disminuir así el potencial de contacto.

Según Sadzawka y otros (2004), en su investigación sobre “Evaluación analítica de laboratorios de análisis de suelos en Chile”, comparó varios métodos de los cuales llegando a la conclusión que la variación de los resultados de pH-CaCl₂ es de alrededor de un tercio de la del pH-H₂O, lo que confirma la mayor reproducibilidad de la determinación del pH en soluciones salinas, debido principalmente a la disminución del efecto de suspensión (12).

Referente a los resultados de los análisis de nitrógeno, por los métodos Kjendahl y Kjendahl modificado, se observa que con el último método se obtienen mejores resultados debido a que las desviaciones estándares son menores. Además la razón de amplitudes tiene un valor superior a 2,6 el cual es valor crítico (13) para el tamaño de muestra que se ha utilizado que son de 5 análisis por muestra.

Referente a los resultados de los análisis de fósforo, por los métodos Gravimétrico y de Olsen, se observa que las desviaciones estándares son menores con el último método por tanto el nivel de precisión es mejor. Además la razón de amplitudes tiene un valor superior a 2,6 el cual es valor crítico (13) para el tamaño de muestra que se ha utilizado que son de 5 análisis por muestra.

Según Sadzawka y otros (2004), en su investigación sobre “Evaluación analítica de laboratorios de análisis de suelos en Chile”, comparó varios métodos de análisis de fósforo, de los cuales llegando a la conclusión que El P-Olsen varía entre 0,9 y 22 mg/kg en las 16 muestras analizadas, las que presentaron coeficiente de variación entre 12 y 62% (mediana 29%). Resultados similares de variación del P-Olsen han sido informados por Millar en. (1996) y Wolf. (1996)(12).

Según Ramírez y otros (1988), en su investigación sobre “Calibración de cuatro métodos de análisis de suelo con la respuesta del maní a la fertilización con fósforo” llega a la conclusión que El valor crítico (VC) para P... Para los métodos de extracción de Bray 1 y Mehlich 1 el VC se localizó entre 6 y 7 ppm de P, para Olsen entre 7 y 8 ppm y para Morgan entre 2 y 3 ppm. Los datos revelan que este último método es el de menor eficiencia en la extracción del P del suelo, los otros tres métodos mostraron una eficiencia muy parecida.

Referente a los resultados de los análisis de potasio, por los métodos Olsen y Olsen modificado, se observa que con el último método se obtienen mejores resultados debido a que las desviaciones estándares son menores en todos los casos, lo que nos lleva a pensar que, utilizando este segundo método encontramos mayor precisión. Además la razón de amplitudes tiene un valor en todos los casos mayor a 2,6 que es el valor crítico para el tamaño de muestra que se ha utilizado, que son de 5 análisis por muestra, por lo que, se puede afirmar, basado en el análisis estadístico, que el segundo método es más preciso que el primero con un 95 % de posibilidades de que la afirmación es verdadera.

5. Conclusiones

De los análisis practicados a las muestras de los diversos distritos en estudio se determinó que los suelos más calcáreos se encuentran en San Cristobal del Olto, lo cual facilita la siembra de alfalfa.

Con respecto al potasio el distrito que requiere un ajuste es Luya Viejo.

La materia orgánica es fundamental para el desarrollo de una planta, el distrito de luya Viejo tiene el mayor %, por ende tiene mayor contenido de nitrógeno en sus suelos.

De los 4 distritos en estudio el mejor suelo se encuentra ubicado en San Cristóbal del Olto y el de menor concentración de nutrientes en Conila.

7. Referencias

- Adriaanse, A. (1993). *Environmental Policy Performance Indicators. A Study on the Development of Indicators for Environmental Policy in the Netherlands*. Sdu Uitgeverij Koninginnergrach, The Netherlands.
- Arshad, M.A. y Coen, G.M. (1992). Characterization of soil quality: Physical and chemical criteria. *American J. of Alternative Agriculture* (7), 25-31.
- Doran, J.W., Sarrantonio, M. y Liebig, M.A. (1996). Soil Health and Sustainability. *Advances in Agronomy Vol. 56*. Academic Press, Inc. San Diego, California.
- Dumanski, J., Gameda, S. y Pieri, C. (1998). *Indicators of land quality and sustainable land management*. The World Bank, Washington DC, USA.
- Goodland, R. y H. Daly. (1996). Environmental sustainability: universal and non-negotiable. *Ecological Applications* (6), 1002-1017.
- Hinchen, J. (1976). *Estadística Práctica para la Investigación Química*. México 11 D.F.
- Karlen, D.L., Wollenhaupt, N.C., Erbach, D.C., Berry, E.C., Swan, J.B., Each, N.S. y Jordahl, J.L. (1994). Crop residue effects on soil quality following 10-years of no-till corn. *Soil Tillage Research* (31), 149-167.
- Larson, W.E. y Pierce, F.J. (1991). *Conservation and Enhancement of Soil Quality. In Evaluation for sustainable land management in the developing world*. En Proc. Of the Int. Work-shop on Evaluation for Sustainable Land Management in the Developing World, Chiang Rai. Int. Board of Soil Res. And Manage. Bangkok, Thailand.
- LÓPEZ A. (1999) *Interpretación de los análisis químicos de suelos y foliares en el cultivo de banano en Costa Rica. Análisis de un caso y factores involucrados. Sección suelos y drenajes*. Corporación Bananera Nacional S.A. Costa Rica.
- Parr, J.F., Papendick, R.I., Hornick, S.B. y Meyer, R.E. (1992). Soil quality: attributes and relationships to alternative and sustainable agriculture. *American J. of Alternative Agriculture* (7), 5-11.
- Romig, D.E., Garlynd, M.J., Harris, R.F. y McSweeney, K. (1995). How farmers assess soil health and quality. *J. Soil Water Conservation* (50), 229-236.
- Seybold, C.A., Mausbach, M.J., Karlen, D.L. y Rogers, H.H. (1997). Quantification of Soil Quality. En *Soil Process and the Carbon Cycle* (eds. Lal, R., Kimble, J.M., Follet, R.F. y Stewart, B.A.), pp. 387-403, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Sojka, R.E y Upchurch, D.R. (1999). Reservations Regarding the Soil Quality Concept. *Soil Science Society of America J.* (63), 1039-54.
- Sparling, G.P. (1997). Soil Microbial Biomass, Activity and Nutrient Cycling, as Indicators of Soil Health. En *Biological Indicators of Soil Health* (eds. Pankhurts, C.E., Doube, B.M. y Gupta, V.S.R.), Cab International, Oxon, UK.
- Sadzawka et al. (2004) *Evaluación analítica de laboratorios de análisis de suelos en Chile*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Platina, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales.