

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Departamento Académico de Ciencias Agrarias



INFORME DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

**“EMPLEO DEL KIT DE ANÁLISIS DE AGUA Y SUELOS
SIW-1 DE HACH EN ANÁLISIS DE SUELOS DE LA
PROVINCIA DE TOCACHE, REGIÓN SAN MARTÍN”**

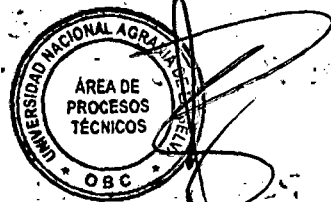
Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

CÉSAR AUGUSTO PRIALÉ FARRO

TINGO MARÍA – PERÚ

2014



T

AGR

Prialé Farro, César Augusto

Empleo del Kit de Análisis de Agua y Suelos SIW-1, de HACH en Análisis de Suelos de la Provincia de Tocaché, Región San Martín. Tingo María 2014.

145 páginas.; 25 cuadros; 33 figuras.; 24 ref.; 30 cm.

Tesis (Ingeniero Agrónomo) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María (Perú). Facultad de Agronomía.

1. KITS

2.- ANÁLISIS

3- SUELO

4- PROCEDIMIENTO

5- EVALUACIÓN

6- FERTILIDAD

DEDICATORIA

Con todo cariño dedico este trabajo, a mi madre María Elizabeth y a su esposo Madison Alejandro, en agradecimiento por su denodado esfuerzo para apoyar mi formación profesional, el cual valoro infinitamente.

A mis abuelos Julio y María, QEPD y DDG, quienes siempre me apoyaron para formarme como un ser humano ético y moral.

A mi hermano Camilo, mis hermanas Rina, Graciela, Saskia y Rayza por su cariño y consejos, dándome siempre su respaldo desinteresado, creyendo en mí y en mi capacidad de desarrollo profesional.

A Vanessa Carol, quién es y siempre será importante en mi vida, por identificarse con mi desarrollo personal y profesional como si fuera el propio, dándome su inspiración, cariño, comprensión y valor para superar las dificultades.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva y a la Facultad de Agronomía, por hacerme un profesional a la altura de las necesidades de nuestra amazonia y el país.

Al Instituto Nacional de Innovación Agraria y su unidad ejecutora Estación Experimental Agraria El Porvenir – San Martín, sus directores Ing. Miguel Alejandria Tello, Oscar Díaz Mejía, Oscar Gutiérrez Vega, Ronal Ríos Romero y Antonio Arce García, por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

Al Ing. Daniel Ushiñahua Ramírez, Ing. José Ángel Rojas Chávez e Ing. Edison Hidalgo Meléndez, Especialistas de la EEA El Porvenir, por su confianza al permitirme formar parte de la familia del INIA en la Unidad de Extensión Agraria, y por su apoyo y experiencias compartidas para desarrollar mejor nuestro trabajo.

Al Ing. José Wilfredo Zavala Solórzano, docente de la Facultad de Agronomía de la UNAS, por su valiosa contribución a mi formación profesional durante mis años de estudiante y luego como asesor del presente trabajo, por su participación y apoyo en la revisión del mismo.

A todos los profesionales y trabajadores de la UNAS y la EEA El Porvenir-INIA, que me apoyaron siempre de una o de otra manera para lograr mis objetivos

ÍNDICE GENERAL

	Pág
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	13
2.1. El suelo.....	13
2.2. Estudio de suelos.....	14
2.3. Suelos del departamento de San Martín.....	14
2.4. Utilización de los mapas de uso actual de los suelos.....	16
2.5. Conceptos de fertilidad y productividad del suelo.....	20
2.6. Análisis de suelos.....	21
2.7. Kits de análisis rápido para suelos.....	28
2.8. Reseña histórica de la compañía HACH.....	29
2.9. Características del kit para suelos y aguas SIW-1 de HACH.....	32
2.10. Atributos del kit para suelos y aguas SIW-1 de HACH.....	33
2.11. Fundamentos teóricos de los métodos de extracción y determinación del Kit SIW-1 de HACH.....	36
III. ASPECTOS GENERALES.....	52
3.1. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).....	52
3.2. Gobierno Regional de San Martín (GORESAM).....	53
3.3. Institución de Educación Superior Tecnológica Público “Alto Huallaga” Tocache (IESTPAHT).....	54
3.4. Convenio de Cooperación interinstitucional INIA-GORESAM- IESTPAH.....	54

IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	55
4.1. Antecedentes del establecimiento del laboratorio de agua y suelos.....	55
4.2. Ámbito de trabajo.....	62
4.3. Procedimientos analíticos empleados en el kit SIW-1 de HACH.....	71
4.4. Material logístico.....	104
4.5. Charlas.....	104
4.6. Usuarios atendidos por el servicio.....	105
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	106
VI. CONCLUSIONES.....	139
VII. RECOMENDACIONES.....	141
VIII. RESUMEN.....	143
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	145
X. ANEXO.....	148

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
1. Distribución de suelos por capacidad de uso mayor en la provincia de Tocache.....	19
2. Descripción de pruebas y rangos del kit SIW-1.....	35
3. Interpretación de resultados para pH.....	77
4. Interpretación de resultados para Nitrógeno-nítrico.....	81
5. Interpretación de análisis de suelos basado en la extracción con Mehlich 2 Ácido Ascórbico como reductor.....	84
6. Determinación de los niveles de Potasio según método turbidimétrico.....	87
7. Interpretación de resultados de Potasio.....	87
8. Interpretación de resultados de requerimiento de encalado método Electrolítico.....	98
9. Rangos de la CIC del suelo y su interpretación.....	102
10. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Tocache.....	107
11. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Uchiza.....	108
12. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Progreso.....	109
13. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Pólvora.....	110
14. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Shunte.....	111
15. Muestras atendidas por distritos en la provincia de Tocache.....	111
16. Resultados de pH, agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.....	115
17. Resultados de N en porcentaje, agrupados en función a rangos	

para los distritos de la provincia de Tocache.....	118
18. Resultados de P en ppm, agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.....	121
19. Resultados de K en ppm, agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.....	124
20. Resultados de CIC en meq/100 g suelo, agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.....	127
21. Resultados de textura, agrupados en función a clases para la provincia de Tocache.....	130
22. Resultados de textura, agrupados en función a tipos USDA para la provincia de Tocache.....	132
23. Clases y denominaciones texturales (USDA) para los suelos analizados en la provincia de Tocache, según número de muestras por distritos.....	134
24. Clases y denominaciones texturales (USDA) para los suelos analizados en la provincia de Tocache, según porcentajes alcanzados por distritos.....	135
25. Agricultores atendidos en la provincia de Tocache.....	149
26. Resultados analíticos de las muestras de suelos atendidas en la provincia de Tocache según su distrito de origen.....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Fundadores de HACH company Clifford Hach con su esposa Kathryn Darrow.....	30
2. Sedes de HACH company en Loveland y Ames, respectivamente, EEUU.....	31
3. Kit de Análisis para suelos y aguas SIW-1 (HACH, 2009)....	36
4. Mapa político de la provincia de Tocache.....	65
5. Mapa de suelos de la provincia de Tocache.....	67
6. Procedimiento de preparación de la muestra de suelo.....	72
7. Procedimiento de doblado del papel filtro.....	73
8. Procedimiento de extracción acuosa para suelo.....	74
9. Procedimiento de determinación de salinidad.....	76
10. Procedimiento de determinación de pH.....	78
11. Procedimiento de extracción con sulfato de calcio.....	79
12. Procedimiento de determinación de nitrógeno-nítrico.....	81
13. Procedimiento de extracción Mehlich 2 para suelo.....	82
14. Procedimiento de determinación de fósforo-fosfórico.....	85
15. Procedimiento de determinación de potasio intercambiable.....	88
16. Procedimiento de determinación de calcio + magnesio.....	90
17. Procedimiento de extracción con cloruro de potasio.....	91
18. Procedimiento de determinación de ATI.....	92
19. Procedimiento de extracción con sulfato de calcio saturado.....	93
20. Procedimiento de determinación de requerimiento de yeso.....	95

21. Procedimiento de extracción SMP buffer.....	96
22. Procedimiento para determinación de requerimiento de cal.....	99
23. Procedimiento de determinación de cal libre.....	101
24. Metodología desarrollada por el Dr. Steve Thein, del Departamento de Agronomía de la Universidad Estatal de Kansas, Manhattan – EE.UU.....	103
25. Distribución porcentual de comunidades atendidas por distritos en la provincia de Tocache.....	112
26. Distribución porcentual de muestras tomadas por distritos en la provincia de Tocache.....	112
27. Resultados de pH agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.....	116
28. Resultados de N en % agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.....	119
29. Resultados de P en ppm agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.....	122
30. Resultados de K en ppm agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.....	125
31. Resultados de CIC en meq/100 g de suelo agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.....	128
32. Distribución porcentual de clases texturales de las 299 muestras tomadas en la provincia de Tocache.....	131
33. Distribución porcentual de tipos texturales de las 299 muestras tomadas en la provincia de Tocache.....	133

I. INTRODUCCIÓN

La mayor parte de los suelos amazónicos son pobres en nutrientes y tienen un bajo potencial de retención de cationes, especialmente magnesio y potasio. Sin embargo, sobre los suelos pobres crece una tupida vegetación, lo que ha llegado a confundir a muchos, porque se supone "que debajo de un bosque ubérrimo existen suelos fértiles". Sin embargo la verdad es todo lo contrario. Los ecosistemas amazónicos se basan en un perfecto equilibrio entre suelo-clima-fauna-flora, desarrollados a través de una lenta evolución, que nos hicieran parecer que la selva es el medio ambiente más rico e inagotable del mundo. Nada más falso que eso, la amazonia es un medio ambiente delicado y susceptible al daño. En consecuencia, cuando se destruye el bosque (tala y quema) los suelos producen por un corto periodo (2 a 3 años) y pierden su fertilidad, porque es interrumpido el reciclaje de los nutrientes y los que existen (cenizas y materia orgánica) son lavados por las intensas lluvias.

En la provincia de Tocache, en la última década se han venido incrementando las áreas dedicadas a cultivos alternativos, promovidos por parte de los sectores públicos y privados, con un notorio descuido sobre la prevención y el manejo de los ecosistemas en general y los suelos, muchos de los cuales ya presentan síntomas de deterioro en sus condiciones de fertilidad, hecho preocupante, sobre todo si se considera que en esta provincia, la cual fue durante mucho tiempo productora ilegal de hoja de coca, existe ya un número considerable de suelos degradados por su explotación intensiva e irracional, por parte de los mismos agricultores, que actuaron en forma

irresponsable en algunos casos y en otros por franco desconocimiento de la sensibilidad de los ecosistemas amazónicos en general.

Resulta imprescindible para tener éxito en la actividad agrícola moderna, que exige mejores rendimientos y productividad con enfoque sostenible, aplicar programas de manejo y conservación del recurso suelo, ya que, si bien es cierto éstos son variables en sus características productivas, la información obtenida aunque sea en forma proximal, es útil para plantear un manejo más adecuado. Por otro lado al manejar técnicamente los suelos se enseña al agricultor a valorar su fuente de trabajo y tomar conciencia sobre su importancia, asegurando la producción para el futuro y reduciendo la migración y deforestación de nuevas áreas, por el deterioro productivo de los campos sin manejo. Esto hace que el servicio de análisis de suelos se convierta en una herramienta de gran importancia para elevar los rendimientos, contribuir eficazmente a solucionar los problemas productivos y elevar gradualmente la productividad de las áreas cultivadas, siendo parte importante de las estrategias que buscan reducir la migración en la agricultura, disminuyendo el impacto negativo sobre el medio ambiente. En el valle del Alto Huallaga, los agricultores se dedican a la explotación de diversos cultivos, tales como cacao, palma aceitera, café, plátano, palmito y arroz, es por ello que el INIA da impulso al desarrollo y promoción de este servicio, acompañado de charlas, capacitaciones, folletos y otros materiales publicitarios.

Los objetivos que este informe persigue son los siguientes:

1. Brindar información referida a la implementación de un laboratorio portátil de análisis de agua y suelos agrícolas a través del convenio INIA-GORESAM-IESTPAHT en la provincia de Tocache.
2. Presentar, analizar y discutir la información obtenida por el uso del kit portátil de análisis de agua y suelos SIW-1 de HACH y los resultados analíticos obtenidos en análisis de muestras de suelos agrícolas con cultivo de cacao.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El suelo

Suelo se puede definir como el material no consolidado o semiconsolidado compuesto de la mezcla de partículas de diferentes tamaños, diferentes minerales y compuestos litológicos, y con diferentes cantidades y clases de materias orgánicas. Los cuales se encuentran sobre la corteza terrestre como son: guijarros, arenas, limos, arcillas, materiales turbosos, etc. La capa superficial de la tierra rica en material orgánico, se designa con el nombre de capa vegetal. Los suelos derivan de las rocas que por los procesos geológicos (tectonismo) originan que la roca sea fracturada o plegada luego por los procesos de alteración originan los suelos. Esta mutación no alcanza un estado de equilibrio permanente pues continuamente intervienen agentes o factores de formación que van modificando o cambiando las características físicas y químicas del suelo. La roca madre, que se convierte en suelo puede ser de origen ígneo, sedimentario o metamórfico (BOUL, 1985).

El suelo es un cuerpo natural, independiente, tridimensional y dinámico, que se ha generado debido a la interacción de sus factores de formación (clima, topografía, material parental, organismos y tiempo) y que ocupan un espacio pequeño y puntual en la superficie terrestre (BUCKMAN Y BRADY, 1977).

El término suelo, que deriva del latín *solum*, y significa piso, puede definirse como la capa superior de la tierra que se distingue de la roca sólida, y

en donde las plantas crecen. Con este enfoque, los suelos deben considerarse cómo formaciones geológicas naturales desarrolladas bajo condiciones muy diversas de clima y materiales de origen, lo cual justifica su continua evolución y, en consecuencia, su gran variedad (NAVARRO, 2003).

El suelo es clasificado basándose en su morfología y génesis, es decir, por sus características físico-químicas y biológicas, así como por la presencia de horizontes diagnóstico en el perfil. Aquellas superficies que presentan poco o nada de suelo, son considerados como áreas misceláneas (BOUL, 1985).

2.2. Estudio de suelos

El estudio de suelos tiene como propósito evaluar las características físico-químicas del recurso suelos, con la finalidad de proporcionar información básica para determinar áreas con potencialidades para el desarrollo agrícola, pecuario, forestal y otros usos (YURIVILCA, 2003).

2.3. Suelos del departamento de San Martín

Los suelos del departamento de San Martín, por su material de origen, en forma general pueden ser agrupados en tres grupos: suelos aluviales recientes, suelos aluviales antiguos y suelos residuales (IIAP-POA, 2006).

2.3.1 Suelos de origen aluvial reciente

Comprende a todos los suelos que se ubican adyacentes a los ríos y que reciben continuamente sedimentos o aportes frescos de ellos. Generalmente son los que presentan una mayor vocación agrícola con cultivos adaptados al medio ecológico; sin embargo, también se presentan suelos con condiciones de mal drenaje o hidromórficos y de baja fertilidad (IIAP-POA, 2006).

2.3.2 Suelos de origen aluvial antiguo

Comprende todos los suelos originados por sedimentos antiguos de los ríos que cruzan el departamento y que debido al socavamiento de los cauces o movimientos orogénicos y epirogénicos, han alcanzado alturas que van desde 15 hasta 40 ó 50 metros, por lo que se les considera como terrazas medias y altas de la zona de estudio. En general son suelos profundos, de textura moderadamente fina a fina, topografía plana a ligeramente ondulada, un drenaje que varía desde bueno hasta imperfecto a pobre y de fertilidad natural muy baja (IIAP-POA, 2006).

Debido a la erosión pluvial a que han estado sometidas, estas terrazas medias y altas, se han ido disectando y profundizando poco a poco hasta llegar a formar, en muchos casos, colinas bajas (IIAP-POA, 2006).

2.3.3 Suelos residuales

Comprende todos los suelos que se han originado in situ, a partir de materiales sedimentarios y heterogéneos del Terciario y Cuaternario (lutitas, limonitas, areniscas, gravas) y que debido a diversos fenómenos orogénicos y epirogénicos, han originado colinas bajas y altas. Los suelos son generalmente de texturas moderadamente finas a fina, profundas a superficiales y una topografía abrupta, que le da un moderado a alto potencial erosivo (IIAP-POA, 2006).

2.4. Utilización de los mapas de uso actual de los suelos

El Mapa de Uso Actual de las Tierras, permite conocer sin necesidad de recorrer el medio rural, la orientación y distribución espacial de las principales actividades económicas y productivas de un departamento, en un espacio de tiempo determinado. Esta Información puede servir como punto de partida para tomar decisiones públicas o privadas tendientes a efectuar o implementar programas de reordenamiento territorial, como consecuencia de la aplicación de recomendaciones técnicas propuestas por los estudios de Zonificación Ecológica y Económica, orientadas hacia el desarrollo rural sostenible. Con la información de este mapa también se puede generar el mapa de Conflictos Ambientales, para ello, basta cruzar la información de la base de datos de este mapa con el de aptitud productiva (ONERN, 1978).

La fácil identificación de algunos cultivos por su refractancia en las imágenes de satélite, como es el caso del arroz bajo riego y la palma aceitera,

permiten identificar y digitalizar las áreas ocupadas por éstas actividades agrícolas, las demás unidades pueden ser definidas tomando en consideración las coordenadas UTM de los cultivos en el campo, registradas mediante un GPS (ONERN, 1978).

2.4.1. Distribución de suelos por uso actual en Tocache.

Luego de la revisión, análisis y adecuación de la información acopiada, como resultado de los trabajos exploratorios y definitivos de campo y la aplicación de los procedimientos metodológicos, se ha establecido que en la provincia de Tocache existen divergencias notables entre la clasificación de los suelos por capacidad de uso mayor y lo que ocurre actualmente referido al uso actual que la tierra. Existe una superficie deforestada de 284 212 ha equivalente al 45.47% del área total de la provincia, a las que si añadimos la superficie de pajonales naturales existentes, queda menos del 45% del territorio con cobertura boscosa. Asimismo, si tenemos en consideración que la carretera Fernando Belaúnde Terry y algunos ramales secundarios más importantes vienen siendo ampliados y afirmados y que la migración de colonos procedentes de la sierra es constante, la situación de los bosques naturales que restan en la provincia se torna preocupante para las autoridades, toda vez que éstos se instalan en los pueblos alejados e inician sus faenas agropecuarias, por lo que es frecuente observar áreas deforestadas en zonas no adecuadas para el desarrollo agropecuario, por ser más bien áreas para protección. El grupo de cultivos permanentes representa aproximadamente el 80 % del área total cultivada y el 8.49% de la superficie total deforestada,

ocupando una extensión de 24,784 ha; el grupo de cultivos anuales (3,888 ha), representa el 12.52% y 1.33%; el grupo de pastos y forrajes (2,389 ha), el 7.69% y 0.82% respectivamente. El grupo de cultivos anuales está conformado por pocas especies, entre las que sobresalen: arroz con 2,334 ha, maíz con 1,119 ha y yuca con 700 ha. En el grupo de cultivos permanentes las especies más representativas son: palma aceitera con 8,970 ha equivalente al 28.88% de la superficie cultivada, distribuido principalmente entre los valles Espino, Tocache Cañuto y Challhuayacu, plátano con 5,403 ha equivalente al 17.39% del área cultivada, distribuida esencialmente en terrazas aluviales del alto Huallaga, y principales tributarios.

Otras especies importantes son el cacao con 2,840 ha (9.14%), café con 1,888 ha (6.08%). Mención aparte merece el cultivo de la papaya que tuvo su auge hasta la campaña 2006 y debido a problemas fitosanitarios casi ha desaparecido, al punto que sólo se puede apreciar pequeñas plantaciones en suelos aluviales recientes, las demás prácticamente han desaparecido o se encuentra en proceso de desaparición. El grupo de pastos y forrajes está directamente relacionado con la actividad ganadera, siendo la especie más difundida *Brachiaria decumbens*, con una extensión de 2,159 ha, de las 2,389 ha de pastos cultivados en la provincia, que equivalen al 7.69% de la superficie total cultivada. Entre otras especies de pastos cultivados figuran kudzú, pasto elefante y pasto torourco, que cubren en conjunto una superficie de 230 ha, equivalente al 10% del total de pastos (IIAP-POA, 2006).

2.4.2. Capacidad de uso mayor de los suelos de Tocache

Taxonómicamente, se han identificado dos órdenes de suelos, entisoles e Inceptisoles, dentro de los cuales se determinaron 12 subórdenes, 17 grandes grupos y 25 subgrupos de suelo.

Edáficamente se identificaron 66 series de suelos divididos en 49 co-asociaciones y 23 asociaciones de suelos; además se ha reconocido una unidad de áreas misceláneas.

La interpretación técnica o práctica de los suelos siguió a lo establecido por el Reglamento de Clasificación de Tierras (D.S. N° 0062-75-AG), habiéndose determinado los siguientes grupos de Capacidad de Uso Mayor (IIAP-POA, 2006).

Cuadro 1. Distribución de suelos por capacidad de uso mayor en la provincia de Tocache (IIAP-POA, 2006)

Descripción	Hectáreas	%
Tierras aptas para cultivo en limpio	23,872	3.82
Tierras aptas para cultivo permanente	60,022	9.60
Tierras aptas para pasto	19,437	3.11
Tierras aptas para producción forestal	72,004	11.52
Tierras de protección	442,590	70.8
Cuerpos de agua	6,898	1.10
Áreas urbanas	298	0.05
Total	625,121	100.00

2.5 Conceptos de fertilidad y productividad del suelo

La fertilidad del suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas (FASSBENDER y BORNEMISZA, 1977).

La fertilidad es vital para que un suelo sea productivo. Al mismo tiempo, un suelo fértil no es necesariamente un suelo productivo. Factores como mal drenaje, insectos, sequía, etc. Pueden limitar la producción, aun cuando la fertilidad del suelo sea adecuada. Para entender completamente la fertilidad del suelo se deben conocer estos otros factores que mantienen o limitan la productividad (BORNEMISZA, 1982).

En lo referente al suministro de condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, estas características no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo. Por ejemplo, un suelo puede estar provisto de suficientes elementos minerales (fertilidad química) pero no estar provisto de buenas condiciones físicas y viceversa. Igualmente, la fertilidad del suelo no es suficiente para el crecimiento de las plantas; el clima juega un papel importante y determinante en muchos casos. Por ejemplo se puede tener un suelo fértil y que dadas las temperaturas extremas no es capaz de producir buenas cosechas, entonces en un suelo fértil, no productivo (DOMÍNGUEZ, 1997).

La fertilidad del suelo en la agricultura moderna es parte de un sistema dinámico. Los nutrientes son continuamente exportados en los productos vegetales y animales que salen de la finca. Desafortunadamente, algunos nutrientes pueden también perderse por lixiviación y erosión. Otros nutrientes como el fósforo (P) y el potasio (K), pueden ser retenidos por ciertas arcillas en el suelo. La materia orgánica y los organismos del suelo inmovilizan y luego liberan nutrientes todo el tiempo. Si la agricultura de producción fuese un sistema cerrado, el balance nutricional sería relativamente estable. Sin embargo, el balance no es estable y esta es la razón por la cual es esencial entender los principios de la fertilidad del suelo para lograr una producción eficiente de cultivos y protección ambiental (BORNEMISZA, 1982).

2.6. Análisis de suelos

El análisis de suelos es una herramienta fundamental para evaluar la fertilidad del suelo, su capacidad productiva y es la base para definir la dosis de nutrientes a aplicar. Los análisis de suelos, en especial los análisis químicos, constituyen la herramienta más eficiente para conocer cuál es la disponibilidad de nutrientes del suelo o propiedades edáficas variables en el tiempo y en el espacio. También son elementos complementarios interesantes y útiles de estudios de aptitud productiva del suelo, donde, además de las características variables mencionadas, interesa conocer las propiedades permanentes, que permiten definir la capacidad de uso, información central para la planificación de los cultivos y las rotaciones. A continuación se mencionan algunos de las principales contribuciones de los análisis de suelos al manejo de la fertilidad de suelos y fertilización de cultivos:

- Determinación de disponibilidad de los nutrientes en el suelo y la probabilidad de respuesta a la fertilización.
- Definición de dosis de nutriente a aplicar en modelos de fertilización.
- Estimación de dosis de enmienda para corrección de suelos (aplicación de yeso en suelos sódicos, aplicación de calcita o dolomita en suelos ácidos o acidificados).
- Monitoreo de variables de fertilidad (salinidad-sodicidad en lotes regados, mapeo de nutrientes para manejo sitio-específico, etc.).
- Caracterización y/o delimitación de ambientes para el manejo diferenciado de insumos, como complemento de la descripción y clasificación de los suelos a través de calicatas, pozos de observación y otras herramientas como las imágenes satelitales y mapas de rendimiento.

Para que el dato analítico reportado por el laboratorio sea útil, es imprescindible realizar un adecuado muestreo de suelos, ya que en esta etapa es donde se define la exactitud de los resultados del análisis de suelos (TORRES, 2013).

2.6.1. Importancia del análisis de suelo

La toma de muestras de un suelo es una operación simple pero delicada, por cuanto una muestra tomada incorrectamente no arrojará los resultados representativos y el diagnóstico será erróneo.

Debe tenerse conocimiento de que existen distintos tipos de análisis de suelos, según los objetivos para los que estén orientados, ellos son: de rutina y con fines especiales. Los análisis de rutina comprenden los simples o detallados. Los análisis simples tienen como objetivo las principales variables (Conductividad, nitrógeno, fósforo, potasio, pH, textura al tacto). Los análisis detallados aportan una evaluación completa del nivel de fertilidad edáfica (los nutrientes principales más capacidad de intercambio catiónico, niveles de cationes intercambiables, Humedad equivalente, textura). Los análisis con fines especiales corrigen algunos aspectos como salinidad, necesidad de fertilización, enmiendas, deficiencias, toxicidad etc., (TORRES, 2013).

Se debe manifestar claramente al laboratorio cuáles son los objetivos por el cual se manda la muestra de suelo y según los objetivos asesorarse bien en la forma de tomar la muestra, el momento, acondicionamiento, etc., porque según los objetivos las variables a medir son diferentes.

2.6.2. El muestreo del suelo

Un análisis químico de suelo se realiza en varias etapas:

- Recolección de la muestra de suelo en el campo
- Transporte al laboratorio
- Preparación de la muestra
- Extracciones y determinaciones analíticas

La recolección de la muestra del campo es la operación más sencilla y más importante pues una pequeña cantidad de suelo debe representar las características de una gran área. Por ejemplo si llevamos al laboratorio 500 g de una muestra de suelo, representando 500 has y tomamos solamente 10 g para análisis.

Por lo tanto los procedimientos para tomar la muestra de suelo deben ser rigurosos pues los análisis de laboratorio que es la etapa más sofisticada desde el punto de vista operacional e instrumental no corrigen las fallas de un muestreo deficiente y una muestra mal tomada puede inducir a posteriores errores de interpretación en los resultados de los análisis con el consecuente compromiso técnico y económico de un programa de fertilización y corrección del suelo (TORRES, 2013).

Materiales para el muestreo de suelos

Para el muestreo de suelo se pueden utilizar cualquiera de las siguientes herramientas: Barreno holandés , barreno de rosca, barreno media luna, martillo, barreno tubular, pala recta, azada, balde, bolsa plástica.

Selección e identificación del área a ser muestreada

Muchos factores contribuyen para las variaciones del nivel de fertilidad del suelo en el área a ser muestreada. El principio básico para la delimitación de un área es la uniformidad dentro de la unidad. Así un área, deberá ser dividida en subáreas que representen la mayor homogeneidad posible en cuanto a

topografía, vegetación, especie cultivada, sistemas de cultivo y manejo del suelo, características físicas (textura y color), profundidad de suelo, drenaje, etc.

Las áreas así determinadas deberán ser delimitadas en un mapa de la propiedad e identificadas numéricamente. Se recomienda utilizar una ficha para cada área identificada con la finalidad de fortalecer una descripción ambiental mínima y un resumen de la historia de uso del suelo.

Época de muestreo

La época de muestreo del suelo es definida principalmente por las condiciones climáticas, tipo de cultivo (anual de invierno o de verano ó perenne) y el sistema de manejo del suelo.

Lugar y ejecución del muestreo

Los lugares para la obtención de las muestras de suelo en los lotes homogéneos no superiores a 10 has son determinados aleatoriamente en un camino zigzageante. Se recomienda recolectar muestras simples en número de 10 a 20 puntos, limpiando la superficie del terreno en cada lugar a muestrear, retirando las hojas y otros restos de plantas, residuos orgánicos etc.

Se debe evitar que esos puntos estén en los lugares erosionados o donde el suelo ha sido modificado por hormigas o utilizando como depósitos de correctivos, fertilizantes, estiércol, pasada de maquinarias, animales, etc.

Las muestras simples se juntan en un balde de plástico limpio, y bien mezcladas, formando una muestra compuesta. Después de homogeneizar, retirar aproximadamente 500 gramos de suelo, colocar en una bolsa de plástico sin uso, identificar con el número correspondiente del área y especificar informaciones complementarias.

Profundidad de muestreo

La profundidad de muestreo está determinada principalmente por la capa de suelo ocupada por la mayor densidad de raíces y las características del perfil del suelo natural o modificado por el manejo. Para cultivos anuales suele ser de 0.25 m y para perennes hasta 0.30 m o más.

Frecuencia del muestreo

La frecuencia del muestreo del suelo es dependiente de la intensidad de uso del área y de los sistemas de cultivo adoptados, principalmente con relación a los criterios usados para corregir la acidez y fertilización de los suelos. Para cultivos anuales podrá ser anualmente y para permanentes cada dos o tres años.

Definición del número de submuestras

El número de submuestras por cada muestra es variable según el área de la unidad de muestreo que se desea analizar: menos de 2 hectáreas como mínimo 8 submuestras, de 2 a 5 hectáreas no menor de 12 submuestras, de 5 a 10 hectáreas no menos de 16 submuestras y de 10 a 25 hectáreas no menos

de 20 submuestras. Se debe tomar en cuenta que en cuanto mayor es el número de submuestras extraídas mayor será el detalle y aproximación de la muestra compuesta obtenida.

Acondicionamiento de la muestra

Las muestras de aproximadamente 500 gramos, identificadas y acondicionadas en bolsitas de plástico son llevadas al laboratorio.

2.6.3. Laboratorio de suelos

A las muestras de suelo recién llegadas al laboratorio, se les da un número de protocolo y se la inscribe en una planilla de entrada de muestras creada a tal efecto, donde se anota la fecha de entrada, identificación de la muestra, tipo de análisis, datos del productor o extensionista junto con la ficha de historia del lote. Se colocan las muestras recién llegadas y con su número de protocolo en bandejas y se las deja secar al aire, luego se muelen en mortero y tamizan y se las vuelve a colocar en bolsitas de plástico y llevar a pesar para realizar los extractos de suelos o los distintos análisis. Los análisis que se realizan como rutina básica son:

- pH: Potenciómetro
- Materia orgánica: Walkley & Black
- Conductividad: En pasta saturada, con conductímetro
- Nitrógeno por Kjeldahl.
- Fósforo por Olsen.

- Calcio Y Magnesio: Por complejometría con EDTA
- Sodio y Potasio: Por fotometría de llama
- CIC: Extractante: Acetato de Amonio

2.7. Kits de análisis rápido para suelos

En el mercado existe una gran variedad de análisis rápidos para suelos. En ellos se utilizan tiras de papel de colores o reactivos que dan precipitados coloreados y que se comparan con tablas de color (patrones de color). En general funcionan bien y son muy fáciles de usar y son útiles para tener una idea aproximada de algún parámetro que interesa verificar a menudo, sobre todo cuando hay que tomar medidas rápidas pero también tienen muchos inconvenientes:

- No se pueden realizar todos los análisis que se necesitan.
- Las medidas que se obtienen son aproximadas y si hay sales puede desvirtuar el análisis colorimétrico.
- Son baratos unitariamente pero los "Kits" llevan material para realizar muchos análisis, algunos hasta 300 con lo cual si se van a realizar pocos, resultan caros.
- Dado que la extracción no es completa, la cantidad que se mide es relativa, dependiendo del procedimiento de la extracción.
- Los procedimientos de análisis simplificados proporcionan al menos 20 ensayos distintos para cada nutriente del suelo. Cada sistema de análisis está estandarizado y se presenta en un módulo de plástico

individual para distinguirlo rápidamente. Todos los tests se realizan en apenas unos minutos y la preparación de las muestras se lleva a cabo de manera muy sencilla.

- Al interpretar los resultados de los análisis de suelo, además de los valores obtenidos hay que considerar un número de variables adicionales. Estas variables incluyen la composición del suelo, el drenaje, el clima, fertilizantes, el tipo de cultivos, etc. Las muestras deben ser verdaderamente representativas del área en estudio y se deben seleccionar con rigor.

2.8. Reseña histórica de la compañía HACH

En 1947, un equipo emprendedor formado por una pareja de esposos, Clifford and Kathryn Hach, iniciaron una compañía en Ames, Iowa, para manufacturar y vender muestras conocidas de pruebas analíticas para salones de clase en universidades. Trabajando como estudiante en la Universidad del Estado de Iowa, Clifford desarrolló un método de titulación simple para medir la dureza en agua para beber. Vislumbrando el potencial de este producto, Kathryn lanzó un programa de publicidad para promover la prueba de dureza. Sus esfuerzos combinados resultaron en la adopción de este método como un estándar para la industria del tratamiento del agua que aún es utilizado hoy. Conforme la línea de productos se fue expandiendo para incluir más parámetros e instrumentos, la compañía continuó "llevando la química analítica fuera del laboratorio para ponerla en el lugar de trabajo y en las manos del público en general" (HACH, 2009).



Figura 1. Fundadores de HACH company Clifford Hach con su esposa Kathryn Darrow.

Las instalaciones en Loveland - Colorado (USA), albergan las oficinas corporativas, los laboratorios de investigación y desarrollo y las de manufactura de instrumentos. Una división de plásticos y el Centro de Entrenamiento Técnico de Hach, también están ubicados en las instalaciones de Loveland. Más de 500 empleados trabajan en Loveland. Los empleados en sus instalaciones de Ames, Iowa (USA) manufacturan y empaquetan todos sus reactivos y equipos de prueba, y suministran los pedidos de los clientes desde su bodega principal. Sistemas electrónicos avanzados les ayudan a seleccionar, empaquetar y embarcar cientos de pedidos a todo el mundo cada día. Alrededor de 300 empleados de Hach trabajan en Ames (HACH, 2009).

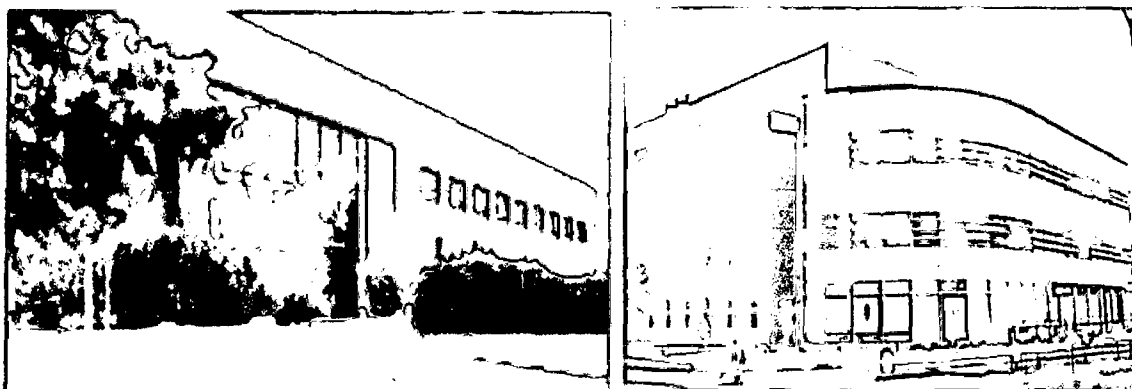


Figura 2. Sedes de HACH company en Loveland y Ames, respectivamente, EEUU.

Desde 1947, Hach Company fabrica y distribuye instrumentos analíticos, kits de pruebas y reactivos para las pruebas de la calidad del agua y soluciones acuosas, con productos de laboratorio y para suelos. Sus productos están diseñados específicamente, según lo indican, por la calidad, precisión y simplicidad, y actualmente están en uso en todo el mundo. Su objetivo es ofrecer productos de calidad y un competente soporte técnico. Hach Company manufactura y distribuye instrumentos analíticos y reactivos utilizados para medir la calidad del agua y otras soluciones acuosas. Sus sistemas están diseñados para simplificar el análisis e incluyen: Métodos completos fáciles de seguir, reactivos preparados de alta calidad, instrumentos de precisión, soporte Técnico de por vida.

2.9. Características del Kit para suelos y aguas SIW-1 de HACH

Ideal para análisis de fertilidad, caracterización del suelo y evaluación de calidad de agua de riego en una amplia gama de condiciones.

Los agricultores, investigadores, extensionistas y los educadores pueden utilizar el kit versátil en sitios remotos, en el aula, o incluso en zonas que carecen de electricidad, Utiliza el disco de color, ajuste de cuenta gota, y método de la tira reactiva, Incluye un manual de interpretación para los resultados de análisis del suelo y agua de riego.

Este juego experimental provee análisis básicos para la calidad de suelo, valoración de fertilidad y de agua de regadío, cuando el análisis del laboratorio de rutina, no está disponible o no es económico.

Esto incluye regiones apartadas donde las instalaciones no están disponibles o en un aula donde un instructor quiere presentar las cosas necesarias para análisis del suelo sin utilizar equipos caros o sofisticados productos químicos.

La marca HACH provee reactivos pre-empacados, equipo simplificado y métodos fáciles de seguir.

El kit fue diseñado para las necesidades de científicos, profesionales y semejantes. Trata de garantizar que los resultados sean significativos y aplicables.

Los datos obtenidos deberían conducir al analista hacia interpretaciones comparables con las de un laboratorio de servicios de suelos certificado.

En cuanto es posible, la Compañía HACH usa metodología probada y aceptada en este kit. Los procedimientos del manual SIW-1 HACH fueron modificados de los siguientes libros y publicaciones: Handbook on Reference Methods For Soil Testing (1980), recommended Chemical Soil Test Procedures for the North Central Region, Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. (1954), Methods of Soil Analysis - Part 2 (1965) y Soil Testing and Plant Analysis (1991), (HACH, 1992).

2.10. Atributos del kit para suelos y aguas SIW-1 de HACH

Los reactivos envasados ahorran tiempo y dinero. La unidad de reactivos para la determinación, no requieren mezclar ni pesar, ahorrando tiempo y dinero cada vez que se hacen pruebas. Los reactivos envasados se han desarrollado específicamente para el test y contienen la cantidad exacta de reactivo requerido para una prueba. Las formulaciones de reactivos y premezclas minimizan el número de pasos de la prueba. Todo lo que se necesita para las pruebas en cualquier lugar. Desde frascos, vasos y tubos de ensayo, todo lo que necesita se suministra con los kits de HACH. Muchos

componentes se moldean a partir de plásticos duraderos y son ideales para aplicaciones en laboratorio, campo o en un centro educativo, donde la seguridad es una preocupación importante. Precisión y durabilidad. Con la tecnología de coincidencia de color de HACH, colorantes rigurosamente probados y los plásticos, se obtiene comparaciones de color más precisas que con comparadores de vidrio ante cualquier luz. HACH somete a todos los tintes y plásticos utilizados en los discos de colores y los cubos a la intemperie y la radiación ultravioleta (UV) extrema, para asegurar los resultados más precisos. Los absorbentes de rayos de luz UV en la matriz de plástico minimizan la degradación por causa de éstos. Los plásticos duraderos no se rompen como el cristal. Instrucciones sencillas. Los kits se suministran con instrucciones e ilustraciones que guían paso a paso en cada procedimiento Resistente a deficiencias de almacenamiento. Los maletines del kit son moldeados en base a polipropileno, resistente a productos químicos, capaz de soportar duras condiciones. Algunos equipos cuentan con un gabinete de reactivos químicos para mantenerlos bien organizados. Resistente al aire libre y Condiciones de campo. Durante el transporte y uso, acondicionamientos especiales mantienen los reactivos en posición vertical y evitan que los componentes del equipo se muevan, rompan o derramen. Las Inserciones de los maletines se moldean a partir de materiales de alta calidad y son fáciles de limpiar. Tecnología de confianza y apoyo. Cuando los científicos desarrollan un análisis de HACH, su objetivo es asegurar resultados precisos. Los discos de colores, cubos de colores, y los instrumentos garantizan resultados precisos en todo momento (HACH, 1992).

Cuadro 2. Descripción de pruebas y rangos del kit SIW-1 (HACH, 2009)

Descripción de la Prueba	Rango
<i>Para suelos:</i>	
Porcentaje de saturación de bases	0-100%
Capacidad de intercambio catiónica	0-M meq/100 g de suelo
Sodio intercambiable	Relación formular
Estimación de cal libre	Relación formular
Requerimiento de yeso	0-36 TM/ha
Calcio y magnesio intercambiable	0-M meq/100 g de suelo
Requerimiento de encalado	0-36 TM/ha
Nitrato - Nitrógeno	0-60 mg/l
Fósforo	1-130 mg/l
Potasio	0-250 mg/l
Sodio intercambiable	Relación formular
Estimación textural	Método del tacto de Thein – Univ. De Wisconsin
Acidez total intercambiable	0-M meq/100 g de suelo
pH	pH Portátil™ Tester rango 0-14
Conductividad eléctrica	Conductímetro Portátil™ Tester 10-1990 TDS
<i>Para agua de riego:</i>	
Calcio y magnesio	
Conductividad eléctrica	Conductímetro Portátil™ Tester 10-1990 TDS
Nitrato - Nitrógeno	0-60 mg/l
pH	pH Portátil™ Tester rango 0-14
Potasio	0-50 mg/l
Estimación de sodio	Relación formular
Relación de absorción de sodio	Relación formular

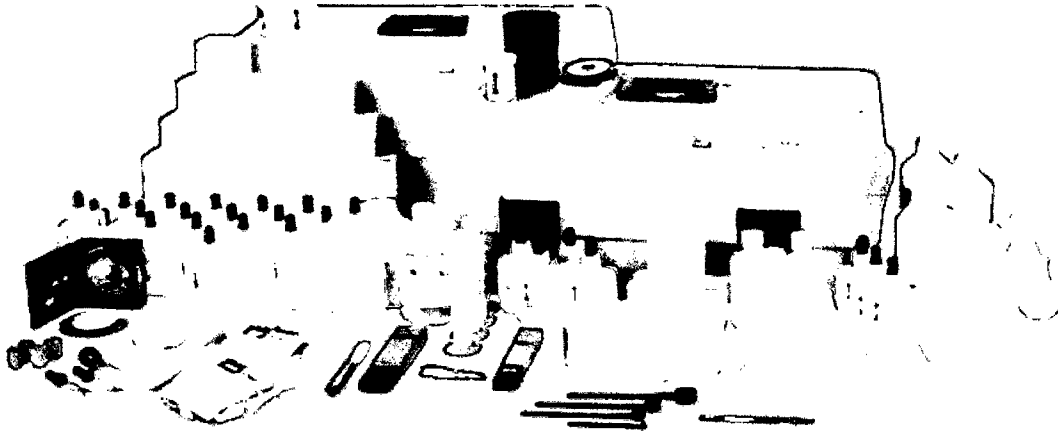


Figura 3. Kit de Análisis para suelos y aguas SIW-1 (HACH, 2009)

2.11. Fundamentos teóricos de los métodos de extracción y determinación del Kit SIW-1 de HACH

En un laboratorio químico, es frecuente utilizar mezclas complejas de diferentes compuestos. Casi siempre que se lleva a cabo una reacción de preparación de un compuesto determinado, es necesario separar este producto de la mezcla de reacción donde puede haber subproductos formados en la reacción, sales u otras impurezas. Así, en el laboratorio químico la separación y la purificación del producto deseado son tan importantes como la optimización de su síntesis, con lo cual, además de mejorar las condiciones de reacción buscando un elevado rendimiento de formación del producto deseado, se tienen que plantear procesos eficientes de separación que permitan una recuperación máxima del producto a partir de la mezcla de reacción (ETCHEVERS, 1988).

En este contexto, la extracción con disolventes de un compuesto a partir de una mezcla sólida o líquida, aprovechando las diferencias de solubilidad de los componentes de la mezcla en un disolvente adecuado, constituye una de las técnicas de separación de compuestos más utilizada en el laboratorio químico (JACKSON, 1964).

La separación de un compuesto por extracción se basa en la transferencia selectiva del compuesto desde una mezcla sólida o líquida con otros compuestos hacia una fase líquida (normalmente un disolvente orgánico). El éxito de la técnica depende básicamente de la diferencia de solubilidad en el disolvente de extracción entre el compuesto deseado y los otros compuestos presentes en la mezcla inicial (ETCHEVERS, 1988).

El principal objetivo de la extracción es separar selectivamente el producto de una reacción, o bien eliminar las impurezas que lo acompañan en la mezcla de reacción, gracias a sus diferencias de solubilidad en el disolvente de extracción elegido (JACKSON, 1964).

2.11.1. Fundamento teórico de la extracción Mehlich 1, 2 y 3 para cationes cambiables

El método Mehlich 1 para determinación de fósforo disponible en el suelo, también conocido como el método del doble ácido diluido o extractante de Carolina del Norte, fue desarrollado en la década de 1950 por el Dr. Adolf Mehlich, servidor del Departamento de Agricultura de Carolina del Norte, y sus

compañeros de trabajo. A nivel mundial el método Mehlich 1 se utiliza principalmente como un agente de extracción de múltiples elementos como P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn. El método Mehlich 1 extrae el fósforo combinado con el aluminio, el hierro y en forma de fosfatos de calcio y además se adapta mejor a los suelos ácidos ($\text{pH} < 6,5$) con escasa capacidad de intercambio catiónico ($< 10 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$) y con contenido de materia orgánica menor al 5%. Algunos investigadores afirman que el análisis de suelo con el método Mehlich 1 es poco fiable para suelos calcáreos o alcalinos, ya que éste extrae grandes cantidades de P no lábil en suelos con $\text{pH} > 6,5$, suelos que han sido tratados recientemente con roca fosfórica, suelos con alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) o con alta saturación de bases. En suelos con estas características, la acidez de la solución Mehlich 1 se neutraliza, reduciendo la capacidad del ácido diluido para extraer el fósforo (FERNÁNDEZ et. al, 2006).

Para el método Mehlich 1, un valor de 20 a 25 mg de P/ kg de suelo es generalmente considerado como óptimo para el crecimiento de las plantas, aunque esto puede variar ligeramente entre los tipos de suelos y sistemas de cultivos. En suelos de textura gruesa un valor de 20 a 25 mg/kg es adecuado pero en suelos arcillosos sólo 10 mg/kg son requeridos (FAÑA, 2001).

La solución de extracción Mehlich 2, es una variante de la solución Mehlich 1 compuesta de las soluciones CH_3COOH 0.2 M + NH_4F 0.015 M + NH_4CL 0.2 M + HCL 0.012 M. El Método de Extracción de Suelo Mehlich 2 es preferible para P y K por las siguientes razones: El método Mehlich 2 es una

alternativa satisfactoria para la extracción de fósforo de la mayor parte de los diferentes tipos de suelos. Este reactivo extraerá tanto o más fósforo de la mayoría de los suelos que los otros extractores comúnmente usados, resultando en mayor desarrollo de color y por lo tanto se logra una más exacta comparación visual del color. Otros macronutrientes (Potasio, Calcio, Magnesio), son extraídos con Mehlich 2 permitiendo la subsecuente determinación de su capacidad de intercambio catiónico y el porcentaje de saturación de bases (FAÑA, 2001).

El método Mehlich 3 fue desarrollado por el Dr. Adolf Mehlich en 1984 como un extractante multielemental mejorado para P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn. Hoy en día es utilizado en todo el mundo ya que es muy adecuado para una amplia gama de suelos, tanto ácidos como alcalinos. El método Mehlich 3 es similar en principio al de Bray y Kurtz P-1 porque contiene una solución ácida de fluoruro de amonio. El ácido acético en el extractante también contribuye a la liberación de P disponible en la mayoría de los suelos. Es más eficaz que el método Mehlich 1 en la predicción de la respuesta de los cultivos al P en suelos neutros y alcalinos porque la acidez del extractante se neutraliza menos por el carbonato de calcio. Varios estudios han demostrado que Mehlich 3 está altamente correlacionado con el P extraído de los suelos por el método Bray y Kurtz P-1, Mehlich 1 y Olsen. Para el método Mehlich 3, un valor de 45 a 50 mg/kg es generalmente considerado como óptimo para el crecimiento de las plantas y los rendimientos de los cultivos, por encima de los valores críticos

utilizados para otras pruebas estándar de P en el suelo, como el método Bray y Kurtz P-1, Mehlich 1 y Olsen (FERNÁNDEZ et. al, 2006).

Una limitación importante de las soluciones extractivas diluidas, tales como el Mehlich 2, también conocido como extractante de Carolina del Norte, el intercambio catiónico no es completo, por lo que se determina sólo una fracción del total de cationes intercambiables (MANUAL PRÁCTICO DE FERTILIDAD s.f.).

2.11.2. Fundamento teórico de la determinación de pH por el método potenciométrico

El pH es una propiedad química del suelo que tiene un efecto importante en el desarrollo de los seres vivos (incluidos microorganismos y plantas). La lectura de pH se refiere a la concentración de iones hidrógeno activos (H^+) que se da en la interfase líquida del suelo, por la interacción de los componentes sólidos y líquidos. La concentración de iones hidrógeno es fundamental en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo. El grado de acidez o alcalinidad de un suelo es determinado por medio de un electrodo de vidrio en un contenido de humedad específico o relación de suelo-agua, y expresado en términos de la escala de pH. El valor de pH es el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno, que se expresa por números positivos del 0 al 14 (BATES, 1983).

$$pH = -\log (H^+) = \frac{1}{(H^+)}$$

A 25 °C, el producto iónico del agua pura es $K_w = [H^+][OH^-] = 10^{-14}$, por lo tanto:

$$\log K_w = \log [H^+] + \log [OH^-]$$

$$-14 = \log [H^+] + \log [OH^-]$$

$$14 = -\log [H^+] - \log [OH^-]$$

$$pH + pOH = 14$$

Con lo que en un medio neutro $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7}$. Un medio ácido será aquel en el que $[H^+] > [OH^-]$ y uno básico aquel en el que $[H^+] < [OH^-]$. Es decir, en una solución ácida $[H^+] > 10^{-7}$ y $pH < 7$, en una neutra $[H^+] = 10^{-7}$ y $pH = 7$ y en una básica $[H^+] < 10^{-7}$ y $pH > 7$ (JACKSON, 1964).

Tres son las condiciones posibles del pH en el suelo: la acidez, la neutralidad y la alcalinidad. Esta escala ofrece un simbolismo cómodo y práctico para expresar la concentración de los iones de hidrógeno; así por ejemplo, la concentración de dichos iones correspondientes a 1×10^{-8} , simplemente se indicara $pH = 8$ (BATES, 1983).

El fundamento de la determinación potenciométrica del pH es la medición de la actividad de los iones hidrógeno mediante el uso de un electrodo patrón de hidrógeno y otro de referencia. El alma de estos equipos la constituye el electrodo y, por ende hay que tener especial cuidado con esta parte del equipo. Un potenciómetro como cualquier otro instrumento de medición, necesita de un proceso de calibración rutinario para que pueda

suministrar resultados confiables. Para ello se debe contar con soluciones estándares de 4.00, 7.00 y 10.00 de pH inclusive, para calibrar el equipo antes de cada grupo de mediciones a efectuar. El kit de suelos de HACH provee un potenciómetro digital para esta determinación

2.11.3. Fundamento teórico de la determinación de conductividad eléctrica por el método electrolítico

De forma similar a como la presencia de iones en una disolución de electrolitos le confiere determinadas cualidades específicas -entre otras, la conducción de la corriente eléctrica- la presencia de iones procedentes de las sales que se encuentran en el suelo y de los fertilizantes aportados con motivo del programa de abonado o de la fertirrigación, también contribuyen a facilitar el paso de la corriente eléctrica entre dos puntos del citado suelo. Esta propiedad es la que aprovechan los equipos que se utilizan para medir la actividad eléctrica del suelo (DURAN et al, 2000).

Las sales solubles que se encuentran en los suelos, están formadas principalmente por los cationes Na^+ , Ca^{2+} y Mg^{2+} asociados con los aniones Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- y HCO_3^- (JACKSON, 1964).

El suelo, al igual que cualquier material conductor eléctrico, se opone al paso de la corriente eléctrica y ofrece una resistencia que puede ser calculada por la siguiente ecuación:

$$R=p\frac{L}{A}$$

Dónde:

R = Resistencia (Ω).

ρ = Resistencia específica ($\Omega \cdot m$).

L = Longitud (m).

A = Superficie (m^2).

La resistencia específica (ρ) también se denomina resistividad del conductor o, en nuestro caso, resistividad del suelo. Tratándose de conductores metálicos, la resistividad depende únicamente de las características del conductor. Cuando se trata de una disolución química, además de la naturaleza eléctrica (radio iónico, carga eléctrica, grado de disociación y movilidad iónica) de las sustancias disueltas en el medio (electrolitos), la resistividad depende de las características del disolvente, normalmente agua y de la temperatura. Para el caso de un suelo o sustrato homogéneo, la resistencia específica depende al menos de tres factores: a, La matriz que lo constituye, que a su vez depende de otros factores tales como, la composición química, la textura, la estructura y la porosidad; b, el contenido en electrolitos susceptibles de conducir la corriente eléctrica y c, el contenido en humedad. En aplicaciones físico-químicas es frecuente utilizar las magnitudes inversas; es decir, utilizar el valor $1/V$ para referirse a la variable V. De ahí que, a la magnitud inversa ($1/R$) de la resistencia eléctrica (R) se la denomine conductancia ($G = 1/R$). La conductancia se expresa en Siemens (S). Un Siemens equivale a un Ω^{-1} . Hace algunos años, al Ω^{-1} se le denominaba "mho", por su relación inversa con el "ohm"; actualmente, esta expresión, lo mismo

que sus múltiplos o submúltiplos ("mmhos"), no debe ser utilizada (DURAN et al, 2000).

Frecuentemente, para la medida de la resistencia que ofrece un conductor al paso de la corriente eléctrica se utiliza la conductividad específica (K), que se define como la conductancia (G) que presenta un prisma de dicho conductor, de 1 m² de sección y 1 m de longitud. De lo anteriormente expuesto se desprende que:

$$K = \frac{1}{R} \cdot \frac{L}{A}$$

Dónde:

K = Conductividad específica (S•m⁻¹)

R = Resistencia (Ω).

L = Longitud (m).

A = Superficie (m²).

La conductividad específica se expresa en Siemens por metro (S•m⁻¹), que equivalen a Ω⁻¹•m⁻¹. Para facilitar los cálculos y evitar el uso de decimales, es habitual utilizar otras unidades, tales como el S•cm⁻¹, que es cien veces menor que el S•m⁻¹, el dS•m⁻¹ (decisiemen por metro), el mS•cm⁻¹ (milisiemen por centímetro) ó los μS•cm⁻¹ (microsiemen por centímetro), (DURAN et al, 2000).

En forma sencilla, la determinación de la conductividad eléctrica se basa en la teoría de la disociación electrolítica. Es aplicable a aguas o extractos de

suelo. El equipo para medir la conductividad eléctrica es un Conductímetro, que consiste en dos electrodos colocados a una distancia fija y con líquido entre ellos. Los electrodos son de platino y en ocasiones pueden llevar un recubrimiento de platino negro o grafito; estos se encuentran sellados dentro de un tubo de plástico o vidrio (celda), de tal manera que este aparato puede ser sumergido en el líquido por medir. La resistencia eléctrica a través de los electrodos se registra a una temperatura estándar, generalmente 25°C. La temperatura afecta la conductividad y varía alrededor de 2% por cada grado Celsius (ETCHEVERS, 1988).

2.11.4. Fundamento teórico de determinación de nitratos (NO_3^-) por el método de reducción de cadmio

Para determinar el contenido de nitratos en una muestra de suelo, primeramente se lleva a cabo una extracción de la muestra mediante solución extractora de sulfato de calcio ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 0.01 M y después de esto se filtra (HACH, 1992).

El método del Cd es uno de los métodos más usados y más comunes, sobre todo cuando se quieren hacer muestreos a gran escala. El principio básico del método es el siguiente: se utiliza Cd para reducir al NO_3^- a NO_2^- , el cual puede haber sido previamente extraído con sulfato cálcico. Este NO_2^- reacciona con un compuesto para formar un color. Este color se mide a 543 nm usando un fotómetro o con un comparador de colores. La ventaja que tiene este método es que en la misma muestra puedes medir tanto el NO_3^- reducido,

como el NO_2^- que originalmente estaba presente en la muestra. Sin embargo, sin la reducción realizada por el Cd, solamente se puede medir el NO_2^- . El rango típico de concentraciones que se pueden medir por este método varía de 0.01 a 1 mg/l de NO_3^- (LINARES, 1985).

2.11.5. Fundamento teórico de determinación de Fósforo por el método del ácido ascórbico

Este método se aplica a la determinación de P inorgánico u orto fosfatos que pueden haber sido extraídos por los métodos de Mehlich (I, II, III). Se basa en la reacción en medio ácido entre el anión fosfato y el molibdato amónico (MoO_4^{2-}) en presencia de tartrato de K y Sb, para generar ácido fosfomolibdico ($[\text{PO}_4\text{12MoO}_3]^{3-}$), también se ha propuesto la fórmula $[(\text{MoO}_2.4\text{MoO}_3)_2.\text{H}_3\text{PO}_4]$ el cual es reducido mediante ácido ascórbico generando una coloración azul debida al Mo y susceptible de determinación colorimétrica. La intensidad del color es medida por espectrofotometría a $823 \text{ nm} \pm 1$ (LINARES, 1985).

2.11.6. Fundamento teórico de determinación de Potasio por el método del tetrafenilborato de sodio

Los iones potasio reaccionan con el tetrafenilborato sódico en un medio alcalino libre de proteínas formándose una turbidez finamente dispersa de tetrafenilborato de potasio. La turbidez producida es proporcional a la concentración de potasio y puede medirse evaluando la turbidez con ayuda de alguna escala graduada o fotométricamente (LINARES, 1985).

2.11.7. Fundamento teórico de determinación de requerimiento de encalado por el método de saturación con un buffer (SMP)

Consiste en medir el descenso del pH de una suspensión de suelo en una solución reguladora (buffer). El descenso se relaciona con valores ya calculados y se obtiene la cantidad de enmienda necesaria para alcanzar el pH deseado (WILD, 1992).

El requerimiento teórico de correctivo puede ser determinado titulando la muestra de suelo con una base valorada para determinar la cantidad de producto requerido para elevar el índice de pH hasta un valor especificado. Ello explica porque los suelos arenosos que poseen una débil capacidad reguladora requerirán menor cantidad de cal para cambiar el índice de pH (MAGRA Y AUSILIO, 2004).

El método de buffer SMP fue desarrollado para la determinación de los requerimientos de encalado en los suelos de Ohio en 1961. El método es el más adecuado para suelos franco limosos con una amplia gama de Aluminio extraíble. Antes de 1962, el método de buffer Woodruff (1948) subestimaba los requerimientos de cal en los suelos de que poseían alto Aluminio extraíble (Mc Lean et al. 1958, citado por SHOEMAKER et. al. 1961).

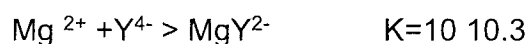
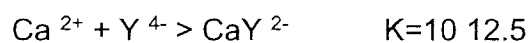
Shoemaker, Mc Lean y Pratt desarrollaron el método del tampón SMP para remediar este problema. El SMP buffer se añade a una suspensión de agua y suelo después de la medición del pH. El tampón SMP tiene un pH

inicial de 7.5. Las bases en el tampón reaccionan con la acidez del suelo para reducir el pH desde 7.5 a alguna medida de pH. Cuanto mayor es la disminución de pH en la suspensión suelo-tampón desde el valor inicial, mayor es el requerimiento de encalado para neutralizar la acidez del suelo. Una calibración de pH de suspensiones de suelo-tampón que se obtuvo de los suelos de Ohio con cantidades variables de CaCO_3 proporciona un medio de estimar los requerimientos de cal para los requerimientos reales ante cierto pH del suelo problema (ver Cuadro 8, pág. 99), (SHOEMAKER et al. 1961).

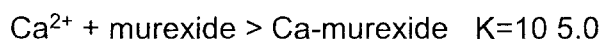
2.11.8. Fundamento teórico de determinación de calcio + magnesio con EDTA

Los agentes quelatantes, tales como el EDTA (ácido etileno-diamino tetra-acético), forman estructuras químicas estables con elementos metálicos, llamados quelatos. La estabilidad del quelato es variable según sea el elemento metálico que lo integra. Los quelatos EDTA-Ca y EDTA-Mg son más estables que el EDTA-Na. Si se agrega una solución de EDTA-Na de normalidad conocida sobre una solución problema que contiene Ca y Mg, el EDTA-Na irá formando los quelatos de Ca y Mg. (MANUAL PRACTICO DE FERTILIDAD s.f.)

La determinación volumétrica de Ca^{2+} y Mg^{2+} por complexometría con EDTA se basa en las reacciones:



La determinación del punto final con indicadores metalocrómicos utiliza murexide y el negro de eriocromo T (NET), según las reacciones:



Los complejos CaY^{2-} y MgY^{2-} son incoloros, y los complejos metal-indicador citados son los dos rojos en las condiciones de la valoración. Los indicadores son más sensibles a valores de pH altos, además el NET no se puede utilizar a pH muy altos para valorar Mg^{2+} pues precipita hidróxido de magnesio. Se puede valorar el conjunto de Mg^{2+} y Ca^{2+} por una parte, y el Ca^{2+} por otra, para conocer por diferencia el Mg^{2+} (ETCHEVERS, 1988).

2.11.9. Fundamento teórico de determinación de acidez intercambiable con NaOH

La determinación de acidez intercambiable (iones de aluminio e hidrógeno intercambiables) consiste en una extracción con una solución de sal neutra no amortiguada (KCl 1 N) y la titulación, en el extracto, de la acidez presente. La solución salina utilizada en la extracción del aluminio debe cumplir dos requisitos esenciales: alta concentración del ión desplazante y conservación del aluminio en forma soluble. En el extracto obtenido puede determinarse la acidez intercambiable; por este mismo medio es posible diferenciar entre aluminio e hidrógeno de cambio. Finalmente, se titula el

filtrado o una alícuota de éste con NaOH 0,1 N en presencia de fenolftaleína hasta obtener un color rosado. Esta titulación permite calcular la acidez intercambiable (JACKSON, 1964).

2.11.10. Fundamento teórico de determinación del requerimiento de yeso con EDTA

La dureza es caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio equivalente. Existen dos tipos de DUREZA: Dureza Temporal: Está determinada por el contenido de carbonatos y bicarbonatos de calcio y magnesio. Dureza Permanente: está determinada por todas las sales de calcio y magnesio excepto carbonatos y bicarbonatos. Este método está basado en la cuantificación de los iones calcio y magnesio por titulación con el EDTA y su posterior conversión a Dureza Total expresada como CaCO_3 (ETCHEVERS, 1988).

2.11.11. Fundamento teórico de estimación de textura por el tacto

Esta aproximación al tacto de la clase textural se basa en la respuesta que puede manifestar el suelo frente a un manejo determinado, tal como la labranza o su comportamiento frente al agua. Esta respuesta está estrechamente relacionada a las propiedades cualitativas de los separados del suelo. Un Suelo Arenoso, es aquel donde predomina la porción arenosa (A), un Suelo Limoso es aquel donde predomina la fracción limo (L) y un Suelo Arcilloso es aquel donde predomina la fracción arcilla (a). Se denomina Suelo Franco, aquel que presenta una proporción parecida de: Arena, Limo y Arcilla.

La mayor proporción de una fracción respecto a las otras dos, determina la denominación del suelo. Ejemplo: Arcillo-Arenoso (mayor proporción de arcilla que de arena y muy poco limo); Franco Arenoso (suelo tiene arcilla, limo y arena, pero un poco más de arena); etc. Las guías para llegar aproximadamente a las clases texturales a nivel de campo son empleadas para tener una orientación general (ver figura 24, pág. 103), (ETCHEVERS, 1988).

III. ASPECTOS GENERALES

3.1. Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)

El Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, es una institución pública que ha trabajado incansablemente desde su creación por el desarrollo de la agricultura, explotación forestal, ganadería y crianzas, realizando investigación para desarrollar tecnologías y comprobarlas, así como nuevas variedades de cultivos y razas mejoradas de animales para contribuir al crecimiento del agricultor y productor pecuario en aspectos de rendimiento y calidad, dándole la posibilidad de acceder a mercados nuevos y cada vez más exigentes, promoviendo el crecimiento del sector agropecuario peruano.

En la región San Martín, el INIA cuenta con una sede de investigación denominada Estación Experimental Agraria "El Porvenir", ubicada en el distrito de Juan Guerra, provincia de San Martín y con ámbito en las 10 provincias para coordinar y ejecutar las acciones enmarcadas dentro de su misión, visión y rol, y que resulten favorables al desarrollo regional en armonía con las políticas de estado.

El INIA, a través de su unidad ejecutora regional, tiene como parte de sus fines planificar, dirigir y prestar servicios públicos de extensión Agraria a través de la Unidad de Extensión Agraria, en apoyo de las actividades tanto agrícolas como pecuarias, con especial énfasis en la difusión de tecnologías que contribuyan a superar la pobreza rural, la seguridad alimentaria y la

conservación y mejora de los recursos naturales, asimismo coordinar, monitorear y apoyar los servicios de extensión agraria de forma óptima realizando alianzas estratégicas entre el sector público y privado, desarrollando concertadamente planes, programas y proyectos en su ámbito regional.

El INIA, tienen la facultad de suscribir diferentes tipos de convenios en función a las necesidades y ámbitos específicos de sus intervenciones y el impacto esperado, entre ellos tenemos los convenios marco y convenios específicos.

3.2. Gobierno Regional de San Martín (GORESAM)

Es un ente político regional que desarrolla y conduce las políticas de desarrollo para su ámbito de influencia en los aspectos sociales, económicos, productivos, culturales y demás vinculados al progreso y estabilidad de su sociedad y entorno, con carácter progresista y con tendencia de sostenibilidad de los recursos y manejo ambiental. Dentro de su política de crecimiento regional, promueve el desarrollo tecnológico y de capacidades en los productores agropecuarios, para lo cual recurre a recursos económicos propios y de cooperación internacional accesibles por medio de convenios y alianzas estratégicas, a efectos de alcanzar logros tangibles en beneficio de la región, cristalizando logros perdurables en el tiempo, auto sostenibles y de impacto positivo cuantificable sobre las actividades productivas.

3.3. Institución de Educación Superior Tecnológica Público “Alto Huallaga” Tocache (IESTPAHT)

La Institución de Educación Superior Tecnológica Publico “Alto Huallaga” Tocache, busca constantemente incrementar la calidad de la formación profesional para sus estudiantes dado la creciente competitividad del mercado laboral, implementando laboratorios, unidades de práctica, entre otras para poder brindar mayores y mejores servicios a la comunidad de la provincia de Tocache proyectando una imagen institucional como institución líder en la formación de profesionales técnicos, para lo cual establece convenios estratégicos que le permitan acrecentar su presencia en el ámbito de la transferencia tecnológica.

3.4. Convenio de Cooperación interinstitucional INIA-GORESAM-IESTPAHT

En virtud a lo anterior, y con la participación de entidades regionales y locales, se ha suscrito el convenio tripartito entre el Gobierno Regional de san Martín (GORESAM), el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y el Instituto de Educación Superior Tecnológica Público Alto Huallaga Tocache (IESTPAHT), con la finalidad de aunar esfuerzos para alcanzar metas de transferencia de tecnología para el ámbito de la provincia de Tocache, pudiendo abarcar tecnologías agrarias, servicios, capacitación, asistencia técnica e investigación.

IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Antecedentes del establecimiento del laboratorio de agua y suelos

Resulta imprescindible para tener éxito en la actividad agrícola moderna, que exige altos rendimientos, calidad y productividad, aplicar algún programa de manejo y conservación del recurso suelo, ya que, si bien es cierto éstos son variables en sus características productivas, pueden ser manejados en forma sostenible.

Por otro lado al manejar técnicamente los suelos se enseña al agricultor a valorar su fuente de trabajo y tomar conciencia sobre su importancia, asegurando la producción para el futuro y reduciendo la migración y deforestación de nuevas áreas, dado por el deterioro productivo de los campos por ausencia de manejo.

Existiendo en Tocache un número importante y creciente de productores que desean contar con ésta herramienta, los cuales trabajan ya en forma organizada se hace necesario y justificado implementar este laboratorio de análisis de agua y suelos para que puedan acceder a ésta tecnología, ubicándolo en un lugar representativo del desarrollo agrícola y pecuario local como lo es el tecnológico Alto Huallaga, bajo la conducción de especialistas en la materia del INIA, con la finalidad de brindar un adecuado servicio y servir como medio de capacitación, prácticas y formación para los alumnos de formación superior y productores del ámbito de la provincia de Tocache, para

contribuir al éxito de sus actividades y hacer más fructífero su desempeño productivo.

4.1.1. Responsabilidades de las entidades participantes

Gobierno Regional de San Martín - GORESAM

El Gobierno Regional de San Martín a través del Plan Impacto Rápido con sede en la ciudad de Tocache, en base a los presupuestos presentados por INIA y aceptados por consenso brinda los equipos necesarios para el proceso de análisis de suelos y aguas así como la implementación de una oficina de coordinación.

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Efectúa el manejo de equipos, instalaciones, desarrolla las pruebas, interpreta y emite resultados, guía y desarrolla el proceso de capacitación implícito en el marco de funcionamiento de éste mini laboratorio, mediante su personal capacitado para tal efecto en el ámbito provincial.

Institución de Educación Superior Tecnológica Público “Alto Huallaga” Tocache - IESTPAHT

Brinda las instalaciones para el funcionamiento del laboratorio de análisis de suelos, asimismo brinda promoción permanente y facilita el proceso de capacitación para sus estudiantes, los cuales podrán y deberán aprender las habilidades y conocimientos necesarios de muestreo y procesos para incluirlos en su formación y aplicarlos en su desempeño profesional, asimismo facilita los

servicios de un técnico agropecuario capacitado en suelos y aguas para el servicio permanente y exclusivo del laboratorio encargado de actividades de muestreo de suelos prioritariamente y de apoyo en coordinación de actividades de capacitación.

4.1.2. Montos invertidos y sostenibilidad

Los costos para la puesta en funcionamiento del laboratorio de suelos y agua se asumen en forma compartida por los participantes del convenio de la siguiente manera:

Gobierno Regional de San Martín - GORESAM

Participa en la adquisición de equipos necesarios para la puesta en marcha del servicio, por un monto de S/. 30,000.00 (treinta mil y 00/100 nuevos soles), de este monto S/.18,000.00 nuevos soles constituyen reactivos para 600 muestras de suelos y la diferencia son equipamiento, materiales, insumos, etc.

Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA

Participa asignando un profesional para el desarrollo de los procesos de análisis, interpretación y recomendaciones, así como también en lo referente a capacitación y transferencia tecnológica, por un monto de S/. 40,800.00 (cuarenta mil ochocientos y 00/100 nuevos soles), en la forma de honorarios pagados al personal que representa a la entidad y cumple esta función adicional por el periodo de 2 años.

Tomando en consideración que el personal asignado utiliza un 50 % de su tiempo para la atención en el laboratorio, la inversión económica por analista sería de S/. 20,400.00 nuevos soles por el periodo de dos años (S/. 10,200.00 nuevos soles cada año).

Institución de Educación Superior Tecnológica Público “Alto Hualлага” Tocache - IESTPAHT

Participa mediante la cesión de uso de instalaciones y acondicionamiento de la infraestructura necesaria por un monto de S/. 11,000.00 (once mil y 00/100 nuevos soles).

En total, para el periodo de un año, el laboratorio de suelos y agua requiere una inversión de S/. 31,300.00 (treinta y un mil trescientos y 00/100 nuevos soles).

El potencial del laboratorio para el primer año de funcionamiento es de 600 muestras de suelo, cuyo ingreso será de S/. 60.00 nuevos soles cada muestra, lo cual provee un ingreso de S/. 36,000.00 nuevos soles.

Por lo tanto, la rentabilidad del servicio para el primer año será del orden de los S/. 4,700.00 nuevos soles (15%), por lo que se considera sostenible, teniendo en cuenta que se trata de un servicio a costos promocionales sin fines de lucro más allá que la de generar su auto sostenibilidad y cuyo excedente se destina a acciones de capacitación, pasantías y otros.

El convenio establece la posibilidad de renovación por las partes según estimen conveniente tras la evaluación de impactos.

4.1.3. Alcances del convenio INIA-GORESAM-IESTPAHT

Análisis proximal de suelos y aguas

El laboratorio de suelos y agua brinda servicios de análisis fisicoquímico de suelos y agua de riego, asimismo interpretación de resultados, recomendaciones generales de fertilización y abonamiento y a solicitud del interesado se puede formular un plan de manejo y fertilización de suelos. Actualmente el laboratorio determina los siguientes parámetros:

- Estimación de textura.
- pH.
- Medida del fósforo soluble.
- Medida del potasio intercambiable.
- Medida del nitrógeno disponible.
- Medida de los niveles de calcio y magnesio.
- Determinación de requerimiento de encalado.
- Salinidad.
- Determinación del requerimiento de yeso agrícola.
- Sodio intercambiable.
- Capacidad de Intercambio Catiónico.
- Acidez cambiante.
- Porcentaje de saturación de bases.

Todo esto está orientado a brindar a los productores nuevas herramientas que les permitan optimizar sus actividades productivas y obtener con ello mayores rendimientos y rentabilidad.

Las Metodologías de análisis de Suelos pueden aplicarse a prácticamente todos los cultivos, ya sean de naturaleza permanente (palma aceitera, cacao, café, cítricos, etc.), anuales (arroz, maíz, yuca, menestras, hortalizas, etc.). También cultivos forestales, pasturas, ornamentales. En el caso de agua, se atiende determinación de parámetros químicos tales como dureza por contenido de calcio, magnesio, nitrógeno y sodio en suspensión, pH, etc., no habiendo sido requerido a la fecha.

Extensión y capacitación a productores

El laboratorio de análisis de suelos y aguas dentro de sus fines establece el desarrollo de actividades de transferencia tecnológica enmarcada en temas de suelos y agrícola en general, como medio de fortalecer la adopción de tecnologías por parte de los agricultores de su ámbito de acción y asimismo como medio de promoción del servicio para asegurar la demanda local.

Se considera un temario de importancia el manejo y conservación de suelos, el uso de técnicas amigables con el medio ambiente, agricultura orgánica, agroforestería entre otros ejes de capacitación con la finalidad de que

los productores desarrollen sus actividades con mayor armonía con el medio ambiente.

Estas acciones de transferencia tecnológica serán apoyadas y complementadas permanentemente por la Unidad de Extensión Agraria del INIA Tarapoto para atender temas agrícolas, forestales y pecuarios que sean solicitados.

Capacitación a estudiantes

Dentro de los servicios del laboratorio de suelos y agua se establece la capacitación constante de los estudiantes de nivel técnico del IESTPAHT con la finalidad de brindarles conocimientos referentes a muestreo de suelos, análisis, interpretación de resultados, formulación de planes de fertilización y abonamiento, entre otros temas importantes para su formación profesional, logrando incrementar su competitividad. En el IESTPAHT se tiene un total de 410 estudiantes de los cuales un 26%, es decir 109 cursan la carrera profesional de Producción Agropecuaria, hijos de productores y que proceden de las diferentes localidades de la provincia de Tocache, siendo directamente beneficiados en su formación académica.

4.1.4. Equipos analíticos empleados

Dado la facilidad de manejo y economía de tiempo para su funcionamiento, se implementó el laboratorio valiéndose de equipos rápidos de análisis de suelos, como son los KIT de análisis HACH, empleando el modelo

SIW-1, el cual brinda resultados proximales en forma rápida y practica en la determinación de parámetros como: Nitrógeno (reducción de cadmio), Fósforo (ácido ascórbico), Potasio (tetrafenilborato), Calcio + Magnesio (titulación con EDTA 0.0075 N), acidez cambiabile (titulación con NaOH 0.1 N), CIC, salinidad (electrolítico), Potencial de hidrogeno (electrolítico), requerimiento de yeso y sodio intercambiabile (titulación con EDTA 0.075 N), presencia de calcáreo (reacción al ácido hidroclicóricó 1N), textura de suelo (estimación por el método de Thein).

4.2 Ámbito de Trabajo en el marco del convenio INIA-GORESAM- IESTPAHT

Corresponde al valle del Alto Huallaga, el cual tiene como principal vía de comunicación la carretera Fernando Belaúnde Terry que acompaña en su recorrido de sur a norte al río Huallaga.

La provincia de Tocache cuenta con 141,579 Has de tierras fértiles, que representan el 24.14% del total de su suelo, tiene una gran biodiversidad con microclimas óptimos para el desarrollo de sembríos tropicales como palma aceitera, caña de azúcar, plátanos, arroz, coca, papaya, cacao, yuca, café, menestras; contando además con un gran potencial ganadero, acuicultor y de cultivos andinos.

Creación de la provincia de Tocache

Durante el último Gobierno de Don Manuel Prado Ugarteche, por Ley N° 9097 de fecha 07 de mayo de 1940, fue creado el Distrito de Tocache. Con fecha 06 de diciembre de 1984, durante el Gobierno del Arquitecto Fernando Belaúnde Terry, se creó la Provincia de Tocache con cinco distritos: Tocache, Uchiza, Pólvora, Nuevo Progreso y Shunte.

Zonas de vida de la provincia de Tocache según ZEE-IIAP

Las zonas planas de Nuevo Horizonte, el Bolsón de Porongo, el Bolsón de Balsayacu y de Nuevo San Martín, con o sin riego, aproximadamente 20,000 hectáreas son aptas para menestras, arroz, algodón, maíz amarillo duro, tabaco, caña de azúcar, etc. Las zonas con ligera pendiente de Santa Lucia-Uchiza, Tocache, Nuevo Progreso, Nueva Bambamarca, el Paraíso, etc., aproximadamente 63,000 hectáreas, son aptas para palma aceitera, cacao, pijuayo para palmito, plátano, papaya, cítricos, otras frutas y ganadería. La zona de bosques de libre disponibilidad en Pólvora y zonas altas de Uchiza, son aptas para cafés de altura y actividad forestal. La zona de bosques de protección – Paredones en la Cordillera Azul, abre posibilidades para el turismo.

Población de la provincia de Tocache

Según el censo de población y vivienda del 2007, el número de habitantes en la Provincia de Tocache es de 72,346.

Para efectos prácticos del trabajo desarrollado, la población atendida fue de **239** agricultores cacaoteros asentados en diversas comunidades de los cinco distritos de la provincia.

Clima y Temperatura de la provincia de Tocache

Temperaturas: Máxima 38 °C, Mínima 15 °C, Media 25 °C. En las zonas de Porongo, Mantención, Shishiyacu, Nueva Bambamarca, Nuevo Horizonte, se presentan temperaturas máximas que bordean los 30° c, mientras que las mínimas están alrededor de 15 °C. La precipitación promedio anual es de 2,500 mm., la humedad varía entre 87% y 89%. De acuerdo a la frecuencia, existen dos períodos, las épocas húmedas y lluviosas (octubre a marzo) y épocas secas (mayo a setiembre). En la zona de Uchiza, la temperatura media anual máxima es de 25,6 °C y la media anual mínima es de 18,5 °C. El promedio de precipitación anual es de 4,376 mm.

Territorio de la provincia de Tocache

La provincia de Tocache abarca una extensión de 5,876.44 Km². La superficie por distritos es la siguiente:

Distrito de Tocache	(19.5 %)	:	1,145.82 Km ²
Distrito Nuevo Progreso	(14.7 %)	:	863.77 Km ²
Distrito de Pólvora	(37.1 %)	:	2,180.44 Km ²
Distrito de Shunte	(16.4 %)	:	963.66 Km ²
Distrito de Uchiza	(12.3 %)	:	722.75 Km ²



Figura 4. Mapa político de la provincia de Tocache.

La altitud varía de 450 msnm, en la localidad de Pólvora a 1,050 msnm en la localidad de Shunte, llegando también hasta 3,000 msnm. en el límite de la provincia de Tocache con la provincia de Pataz en el departamento de La Libertad. La ciudad de Tocache se encuentra ubicada en suelos de terrazas bajas, con variaciones en su topografía, que se eleva por la parte este de la ciudad hacia el río Huallaga y desciende en suave pendiente hacia el sur este de la ciudad. Hacia el Norte se encuentra limitada por una depresión natural en forma de acantilado y por el río Pucayacu. Su relieve es accidentado, con valles aluviales estrechos y de cortos recorridos, con excepción de los ríos Huallaga y Tocache. Hacia el Suroeste limita con los ramales de las cordilleras de Huánuco y La Libertad (Tocache y Chontayacu), (IIAP, 2006).

Suelos

Según datos de ONERN – APODESA – INEI, la Provincia de Tocache tiene un potencial de tierras de 114,623 hectáreas para desarrollar cultivos en limpio, de las cuales aproximadamente 86,000 hectáreas corresponden a cultivos anuales, y el resto a cultivos permanentes. Presenta suelos desarrollados principalmente por los agentes meteóricos sobre los distintos tipos de sustratos, distinguiéndose los suelos sobre la formación sedimentaria y sobre el intrusivo. Los suelos de laderas y cimas de cerros, tienen un grado de fertilidad regular, aptos para cultivos permanentes o forestales. Los suelos aluviales de las terrazas altas son medianamente profundos y de un grado de fertilidad media, con aptitud para cultivos temporales y permanentes de hábitat ácido. Los suelos de las terrazas bajas son medianamente profundos y de buena fertilidad. Los suelos hidromórficos o aguajales, son medianamente profundos y pobres en drenaje y aireación, con escasa adaptabilidad agrícola.

En la figura siguiente, se muestra el mapa de suelos desarrollado por el equipo de trabajo de la Zonificación Ecológica y Económica de la provincia de Tocache (ver Figura 5).

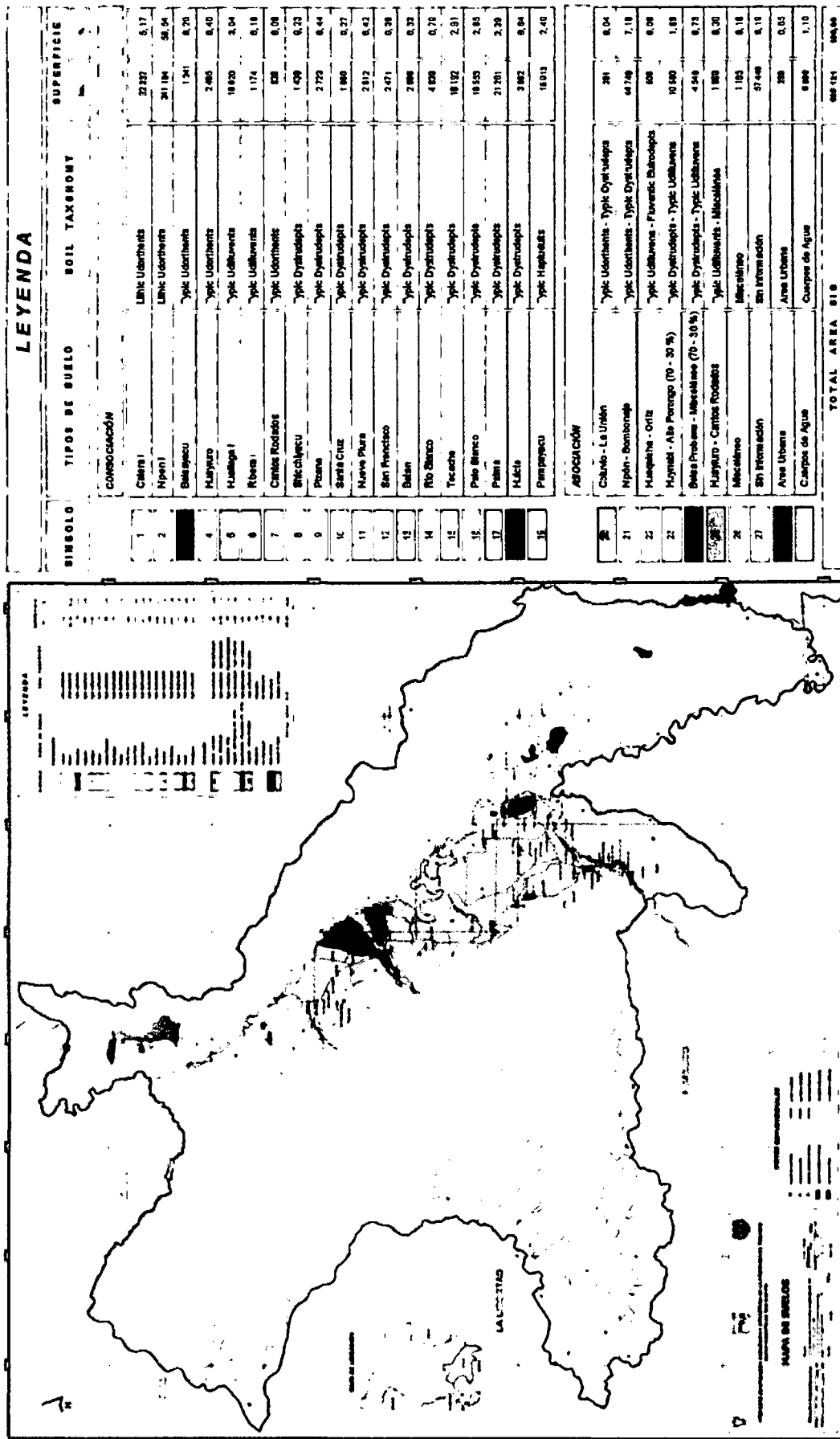


Figura 5. Mapa de suelos de la provincia de Tocache.

El relieve es accidentado, con valles aluviales estrechos y de cortos recorridos, con excepción de los ríos Huallaga y Tocache.- Hacia el Suroeste limita con los ramales de las cordilleras de Huánuco y La Libertad (Tocache y Chontayacu)

Los suelos cuentan con diversidad de recursos hídricos, constituido por ríos, riachuelos, quebradas y lagunas.

Hidrografía de la provincia de Tocache

Los principales ríos que se ubican en la Provincia de Tocache, son los ríos, Huallaga, Aspuzana, Uchiza, Huaynabe, Chontayacu, Cachiyacu, Tocache, Espino, Tomás, Limón, Mishollo, Cañuto, Challuayacu, Iscote, Pacota, Balsayacu y Pulcache, de éstos, solo los ríos Huallaga y Tocache, tienen activa participación en la conformación física y territorial de la provincia de Tocache (IIAP, 2006).

Flora de la provincia de Tocache

La vegetación es variable, se presentan zonas de bosques altos, tupidos y cargados de bromeliáceas, orquídeas, lianas y bejucos. Los tallos y frutos de casi todos los árboles, están tapizados y envueltos por abundantes epífitas y trepadoras, en las que son notables las aráceas de hojas grandes y los musgos (IIAP, 2006).

Entre las principales especies madereras que conforman el bosque primario de esta zona se puede mencionar los siguientes:

- Cedro (*Cedrela odorata*)
- Mohena (*Nectandra sp*)
- Tornillo, (*Cedrelinga catenaeformis*)
- Palmeras "shabon" (*Sheelea sp*)
- Higuera, Ishpingo, etc.

Producción de la provincia de Tocache

Agrícola

Hasta la década del 60 el deterioro del medio ambiente en la provincia de Tocache era insignificante, ya que la población natural de la selva practica la agricultura tradicional consistente en la tumba y quema de árboles para hacer sus chacras, siembra sus cultivos, los cosecha y luego deja que la naturaleza recupere la tierra.

A partir de la década del 70, con la culminación de la construcción de la Carretera Marginal de la Selva, hoy Fernando Belaúnde Terry, al incrementarse la inmigración de la población procedente de otros lugares del país, se inicia la deforestación acelerada de los bosques de la provincia de Tocache lo que deteriora el medio ambiente. La deforestación se acelera durante las décadas del 80 y 90 debido a la tala indiscriminada de bosques localizados en laderas de los cerros para el cultivo ilícito de la coca.

Asimismo, debido a la topografía plana y a la presencia de abundantes ríos, riachuelos, quebradas y lagunas, en épocas de mayor precipitación pluvial, de noviembre a abril, se producen inundaciones en zonas dedicadas a la actividad agropecuaria. Según datos de ONERN – APODESA – INEI, la provincia de Tocache tiene un potencial de tierras de 114,623 hectáreas para desarrollar cultivos en Limpio, de las cuales aproximadamente 86,000 hectáreas corresponden a cultivos anuales, y el resto a cultivos permanentes. Además, el clima es propicio para cultivos de maduración precoz y para toda actividad de agroforestería. El INADE a través del Proyecto Especial Alto Huallaga (PEAH) viene construyendo los Canales de Irrigación Nuevo Horizonte y Sarita Colonia, con lo cual se ampliará la superficie irrigada. Existen crecientes niveles de organización de la población en torno a la producción. Actualmente, los principales cultivos de Tocache son:

- La palma aceitera, cultivo a nivel agro - industrial
- Frutales: papaya, naranjas, limones y mandarinas
- Arroz
- Plátano
- Maíz
- Pijuayo para producción de palmito a nivel agro- industrial
- Cacao
- Café
- Menestras: frijoles
- Caña de azúcar
- Yuca

Agroindustria

La palma aceitera, es un cultivo que se emplea en la agro –industria, para la producción de aceites y productos derivados en la planta industrial de la Empresa Palma del Espino localizada en el distrito de Uchiza, que se destina al mercado nacional y a la exportación

El Pijuayo también es un cultivo que se emplea en la agro – industria para producción de palmito en la planta ASLUSA, localizada en el distrito de Uchiza, cuyos productos se destinan al mercado nacional y a la exportación

Crianzas

Las principales actividades de crianza son:

- Crianza de ganado vacuno, de doble propósito para carne y leche.
- Crianza de ganado porcino, para producción de carne
- Crianza de ovinos, para producción de carne y leche
- Crianza de animales menores y aves, para autoconsumo de los agricultores

4.3. Procedimientos analíticos empleados en el kit SIW-1 de HACH

Los procedimientos de suelos utilizados en el kit de análisis de suelos y agua obedecen a un esquema ordenado y secuencial:

4.3.1. Preparación del suelo

Primeramente se realiza el muestreo, luego el suelo es secado bajo sombra, siguiendo los pasos siguientes:

1. Quebrar las partículas grandes de suelo y extenderlas al aire para secarlas. No dejar contaminar por fertilizantes u otras fuentes. Si se usa un horno de aire forzado u otro aparato similar, establezca la temperatura no mayor de 60°C.
2. Utilizar un trozo de madera de 2" x 4" o algo similar para moler el suelo secado.
3. Pase el suelo molido por el tamiz de malla # 10 (2 mm).
4. Guardar el suelo en un lugar fresco y seco mientras el análisis no se haya realizado.

Es de gran ventaja almacenar las muestras que fueron analizadas en caso que sea necesario repetir los análisis.

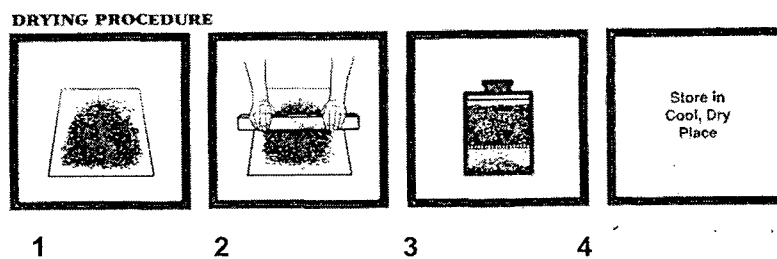


Figura 6. Procedimiento de preparación de la muestra de suelo.

Para filtrar el extracto de suelo, en los casos necesarios, proceda de la siguiente manera:

- o Doble la hoja de papel de filtro como se muestra en la figura siguiente.

- Abra el filtro de modo que muestre su cono. Chequee el papel filtro, si tiene hoyos o rasgaduras, esto puede dar resultados incorrectos.
- Lave el embudo con agua desionizada y sacúdalo para eliminar el exceso de agua.
- Ubique el papel de filtro en el embudo.
- Ubique el embudo sobre un frasco de muestras o sobre un vaso de plástico para recolectar el extracto.

Preparar la hoja de papel de filtro doblándola por la mitad y después doblarlo nuevamente, separar un extremo de las otras tres para que se forme el cono. Ponga el papel preparado en el embudo

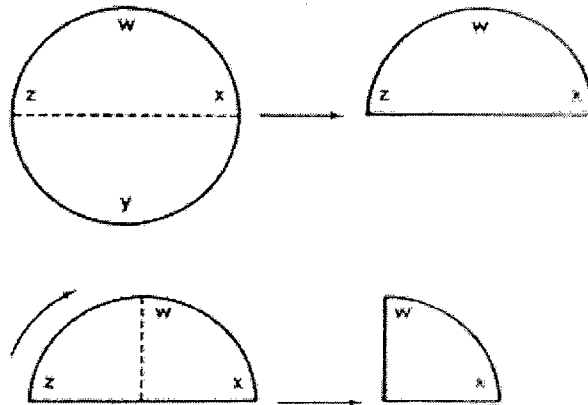


Figura 7. Procedimiento de doblado del papel filtro.

4.3.2. Determinación de salinidad y pH.

Extracción acuosa para suelo:

1. Usando una medida de 5 gramos, medir cuatro medidas de la muestra de suelo preparada y echarla en un vaso de precipitados de 50 ml.

2. Usando una probeta graduada de 25 ml, medir exactamente 20 ml de agua desionizada y transferirla a un vaso de precipitados de 50 ml. Repetir el mismo proceso para cada muestra.
3. Usando la espátula agitar por un minuto el contenido del vaso de precipitados cada diez minutos durante un periodo de más de 30 minutos.
4. Después de 30 minutos use la muestra preparada para determinar el pH y Salinidad.

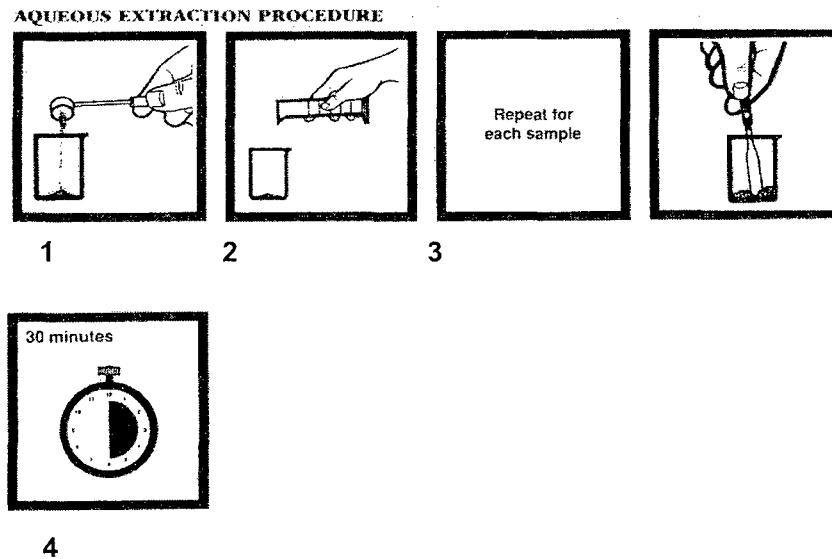


Figura 8. Procedimiento de extracción acuosa para suelo.

Determinación de la salinidad (conductividad eléctrica de suelo)

Calibrado del instrumento

Añadir a un vaso de precipitados de 50 ml, 50 ml de la solución extractora saturada de sulfato de calcio, encender el instrumento, retirar la tapa protectora y sumergir el sensor del electrodo una pulgada bajo la superficie de la solución extractora de sulfato de calcio. Si se requiere

calibrar el instrumento ajustando el tronillo de calibración colocado en la parte anterior del medidor, hasta obtener la lectura de 2200 μ s. La pantalla indicara 22 y un número 100 pequeño en la parte superior izquierda.

1. Obtener el extracto acuoso correspondiente.
2. Sumergir el sensor del medidor de conductividad, anteriormente calibrado, una pulgada bajo la superficie del extracto de muestra previamente preparado y agitar suavemente hasta que el suelo este completamente suspendido.
3. Cuando la lectura en la pantalla se estabilice, anotar el valor. Dividir el valor entre 10 para determinar el valor en mS/cm.
4. Lavar el electrodo con agua desionizada y retirar el exceso de agua de la punta del medidor con una toalla antes de continuar con una próxima muestra.
5. Una vez que se hayan realizado todas las mediciones, lavar el electrodo con agua desionizada. Deslizar el interruptor en posición de apagado y colocarle la tapa protectora antes de almacenarlo.

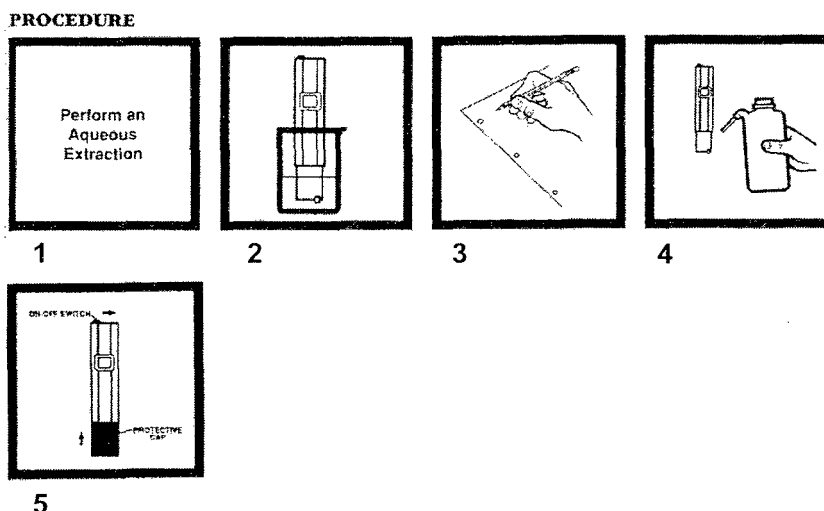


Figura 9. Procedimiento de Determinación de Salinidad.

Determinación del pH del suelo

Calibrar el medidor de pH de acuerdo a la siguiente secuencia:

- A. Preparar la solución tampón de pH 7 añadiendo el contenido de una bolsita de reactivo en polvo en 50 ml de agua desionizada contenida en vaso de precipitados de 50 ml hasta que se disuelva el contenido.
- B. Encender el instrumento.
- C. Retirar la tapa protectora del instrumento y sumergir el sensor del medidor una pulgada bajo la superficie de la solución tampón. Si es necesario calibrar el instrumento ajustando el tornillo de calibración cercano al sujetador del medidor, hasta obtener la lectura 7.00.
 1. Obtener el extracto acuoso de suelo correspondiente.
 2. Sumergir la punta del medidor de pH previamente calibrado, una pulgada bajo la superficie del extracto acuoso de la muestra de suelo y agitar suavemente hasta que el suelo quede completamente suspendido.

3. Registrar la lectura estabilizada al punto más cercano a 0.1 unidades de pH.
4. Lavar el electrodo con agua desionizada. Retirar el exceso de agua limpiando la punta con una toalla de papel, antes de continuar con la próxima muestra. Interpretar el resultado empleando el cuadro 3.

Cuadro 3. Interpretación de resultados para pH. (Manual Kit SIW-1)

Resultado	Interpretación
De 4.0 a 4.5	Muy fuertemente ácido
De 4.5 a 5.5	Fuertemente ácido
De 5.5. a 6.5	Ácido
De 6.5. a 6.8	Ligeramente ácido
De 6.8 a 7.2	Neutro
De 7.2 a 7.5	Ligeramente alcalino
De 7.5 a 7.8	Alcalino
De 7.8 a 8.5	Fuertemente alcalino
De 8.5 a 9.0	Muy fuertemente alcalino

5. Una vez realizadas todas las mediciones, lavar el electrodo con agua desionizada. Apagar el instrumento y colocarle la tapa protectora antes de almacenar.

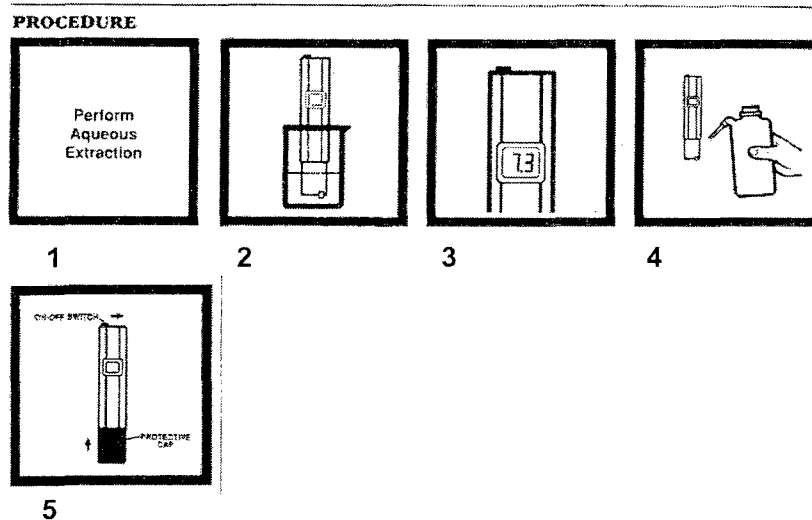


Figura 10. Procedimiento de determinación de pH.

4.3.3. Determinación de nitrógeno nítrico.

Extracción para suelos con sulfato de calcio:

1. Usando una medida de 5 gramos, medir dos medidas de la muestra de suelo preparada y verterla en una botella redonda de muestreo.
2. Usando una cucharilla plástica de 0,1 gramo, añadir una cucharadita rasa de sulfato de calcio a la botella de muestreo que contiene la muestra.
3. Medir exactamente 20 ml de agua desionizada, usando una probeta graduada de 25 ml y verterla en la botella redonda de muestreo.
4. Tapar la botella y agitarla vigorosamente por un minuto.
5. Filtrar el contenido de la botella en otra botella redondas de muestreo, usando un embudo y papel filtro.
6. Analice el extracto dentro de un lapso de dos horas. Si esto no es posible mantener refrigerada la muestra hasta 24 horas antes de analizarla.

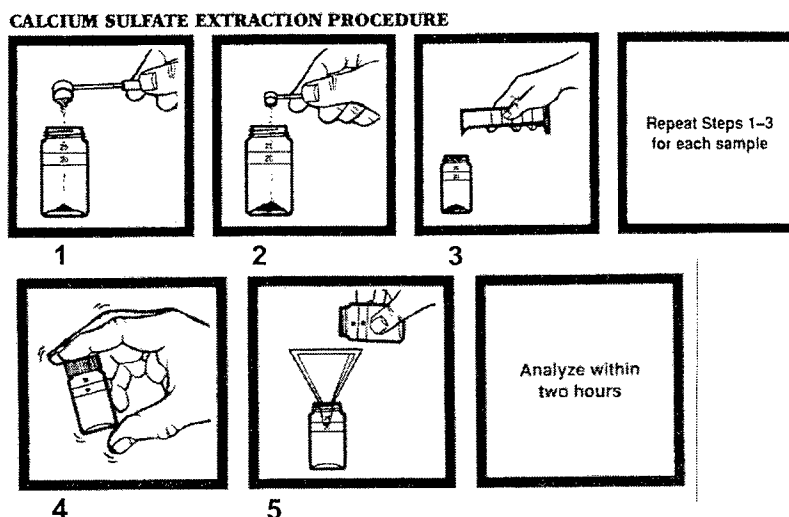


Figura 11. Procedimiento de Extracción con sulfato de calcio.

Determinación por el método de reducción de cadmio.

Primeramente colocar el disco de colores para nitrógeno-nítrico de alto rango en el estuche comparador colorimétrico, de tal manera que al insertarlo los valores en mg/L, sean visibles a través de la ventana del comparador de colores.

1. Obtener el extracto de sulfato de calcio de la muestra de suelo.
2. Rotular un tubo de ensayo del comparador de colores con la letra "M" para la muestra y con "B" para el blanco. Lavar ambos tubos con agua desionizada y sacudirlos para eliminar los residuos.
3. Añadir una pequeña cantidad del extracto de la muestra (aproximadamente $\frac{1}{4}$ " del tubo) al tubo marcado con M y colocándole un tapón de hule, sacudirlo por unos cuantos segundos y descartar esta solución.
4. Añadir el extracto a ambos tubos hasta la marca de 5 ml (área inferior opaca).

5. Añadir el contenido de una bolsita de reactivo en polvo **Nitraver** al tubo marcado con M, tapar y agitar el tubo exactamente por un minuto.
6. Inmediatamente colocar los tubos M en la cavidad interior y B en la cavidad exterior del comparador de colores.
7. Cinco minutos después de haber completado el paso 6, acercar el comparador de colores a una fuente luminosa. Rotar el disco hasta que el color de la ventana del tubo B sea igual al color de la ventana del tubo M. Registrar el valor observado de la ventana de la escala. Hacer dos mediciones más de la muestra rotando el disco de color entre cada medición. Complete tres lecturas dentro del lapso de 10 minutos después de haber completado el paso 6.

Es muy importante que el blanco y las muestras sean observados bajo las mismas condiciones luminosas.
8. Hacer un promedio de tres lecturas y multiplicar por 2 para obtener el valor de nitrógeno-nítrico de la muestra de suelo, dividir este valor entre 4.4 para obtener N elemental. Interpretar los resultados con ayuda del Cuadro 4.

Cuadro 4. Interpretación de resultados para Nitrógeno-nítrico. (Manual Kit SIW-1)

Resultado	Interpretación
Mayor a 0.18%	Alto
De 0.15 a 0.18%	Ligeramente Alto
De 0.1 a 0.15%	Normal
De 0.08 a 0.10%	Ligeramente Bajo
De 0.05 a 0.08%	Bajo
Menor de 0.05%	Muy Bajo

9. Cuando los análisis hayan terminado lavar los aparatos de laboratorio con agua desionizada.

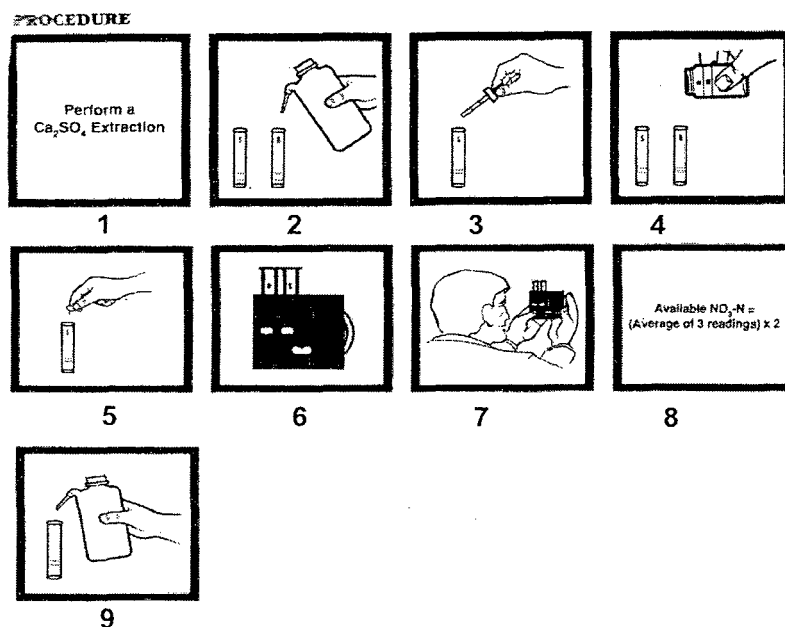


Figura 12. Procedimiento de determinación de nitrógeno-nítrico.

4.3.4. Determinación de fósforo, potasio y calcio + magnesio.

Extracción Mehlich 2 para suelo

1. Preparar la solución extractora midiendo 20 ml de la solución concentrada Mehlich 2 con una probeta de 25 ml, transferirla a una botella dispensadora flip-top, añadir agua desionizada a la botella dispensadora hasta que el volumen logre alcanzar el nivel del cuello de la botella. Invertir varias veces para mezclar bien. Rotular la botella para identificar el contenido.
2. Mida una cucharada de la muestra preparada, usando una cuchara de 2 gramos y viértala en una botella redonda para muestras.
3. Medir 20 ml de la solución extractora diluida preparada en el paso 1, usando una probeta de 25 ml y transferirla a la botella redonda que contiene la muestra.
4. Tapar y agitar la botella por espacio de 5 minutos.
5. Filtrar el contenido de la botella redonda para muestras, usando un embudo plástico y papel filtro.

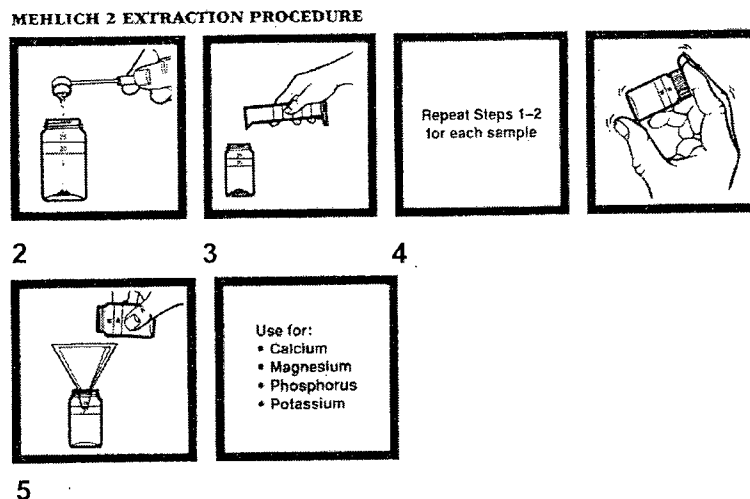


Figura 13. Procedimiento de extracción Mehlich 2 para suelo.

Determinación del fósforo en suelo. Método del ácido ascórbico.

Primeramente colocar el disco de colores para fósforo en el estuche comparador colorimétrico, de tal manera que al insertarlo los valores en mg/L, sean visibles a través de la ventana del comparador de colores.

1. Obtener el extracto Mehlich 2 de la muestra de suelo preparada, llevando a cabo el procedimiento de extracción del ítem 4.3.1.d.
2. Añadir 2.5 ml del extracto filtrado de la muestra preparado en el paso 1 a una probeta graduada de 25 ml, usando un gotero de 2.5 ml. Diluir hasta la marca de 25 ml con agua desionizada, tapar e invertir para mezclar.
3. Rotular un tubo de ensayo del comparador de colores con la letra "M" para la muestra y con "B" para el blanco. Lavar ambos tubos con agua desionizada y sacudirlos para eliminar los residuos.
4. Añadir una pequeña cantidad del extracto de la muestra (aproximadamente $\frac{1}{4}$ " del tubo) al tubo marcado con M y colocándole un tapón de hule, sacudirlo por unos cuantos segundos y descartar esta solución.
5. Añadir el extracto Mehlich 2 a ambos tubos hasta la marca de 5 ml (área inferior opaca).
6. Añadir el contenido de una bolsita de reactivo en polvo Phos-Ver 3 al tubo marcado con M, tapar y agitar el tubo exactamente por un minuto.
7. Inmediatamente colocar los tubos M en la cavidad interior y B en la cavidad exterior del comparador de colores.

8. Tres minutos después de haber completado el paso 6, acercar el comparador de colores a una fuente luminosa. Rotar el disco hasta que el color de la ventana del tubo B sea igual al color de la ventana del tubo M. Registrar el valor observado de la ventana de la escala. Hacer dos mediciones más de la muestra rotando el disco de color entre cada medición. Complete 03 lecturas dentro del lapso de 10 minutos después de haber completado el paso 7.

Mediciones antes de 3 y después de 10 minutos dan resultados inexactos. Es muy importante que el blanco y las muestras sean observados bajo las mismas condiciones luminosas.

9. Hacer un promedio de tres lecturas y multiplicar por 3.3 para obtener el valor de fósforo-fosfórico de la muestra de suelo. Interpretar los resultados con ayuda del Cuadro 5.

Cuadro 5. Interpretación de análisis de suelos basado en la extracción con Mehlich 2 Ácido Ascórbico como reductor.

Resultado del análisis (ppm P)	Nivel	% de suficiencia
0 - 5	Muy bajo	25-50
6 - 12	Bajo	45-80
13 - 25	Medio	70-95
26 - 50	Alto	90-100
51 +	Muy Alto	100

% de suficiencia: Se refiere a la eficiencia productiva mostrada por el cultivo ante el nivel de P presente en el suelo sin aplicación de ningún

tipo de abono o fertilizante. Por ejemplo, si el resultado del análisis muestra un nivel de P entre 6-12 ppm el cultivo solo producirá en el campo del 45% al 80% de lo que llegaría a producir de contar con un nivel óptimo de P aplicado con fertilización.

10. Cuando los análisis hayan terminado lavar los aparatos de laboratorio con agua desionizada.

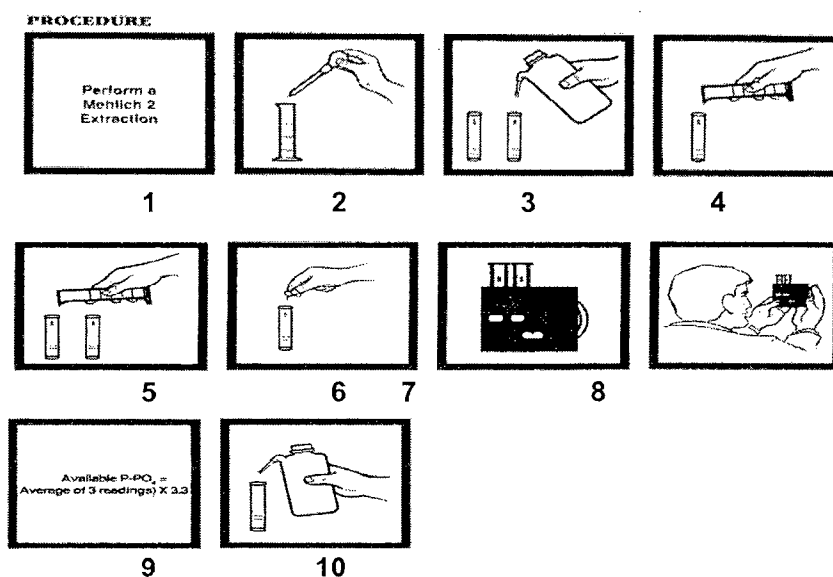


Figura 14. Procedimiento de determinación de fósforo-fosfórico.

Determinación de potasio intercambiable. Método turbidimétrico con Tetrafenilborato

1. Obtener el extracto Mehlich 2 de la muestra de suelo preparada.
2. Añadir 3 ml del extracto filtrado de la muestra preparado en el paso 1 a una probeta graduada de 25 ml, usando un gotero de 1.0 ml.

3. Añadir agua desionizada hasta la marca de 21 ml de la probeta graduada. Tapar firmemente la probeta con un tapón de hule # 3 e invertir para mezclar.
4. Añadir una bolsita de reactivo líquido potasio 2 y 3 ml de solución alcalina EDTA 0.075 N a la probeta. Tapar firmemente e invertir varias veces para mezclar. Dejar reposar la solución por 3 minutos.
5. Añadir el contenido de una bolsita de reactivo en polvo potasio 3. Tapar firmemente la probeta y agitar vigorosamente por 10 segundos. Dejar reposar por 3 minutos, pero no más de 10 minutos. Se desarrollara una turbidez blanca.
6. Mientras mira directamente dentro de la probeta desde arriba, inserte verticalmente la varilla de profundidad para potasio en la solución hasta que el punto negro no sea visible..
7. Mantener la varilla de profundidad para potasio en esa posición, mientras se rota la probeta, de manera que la escala sea visible. Observar a través de la superficie de la muestra la escala de la varilla. Anotar el número en mm, de la escala en donde la superficie de la muestra se intercepta con la misma.
8. Repetir los pasos 6 y 7 dos veces más y anotar los valores. Hacer un promedio de las tres mediciones. Consultar el cuadro de referencia para potasio que se encuentra en la siguiente página para determinar el nivel de potasio en el suelo.

Cuadro 6. Determinación de los niveles de Potasio según método turbidimétrico (Manual Kit SIW-1).

Lectura de la varilla (mm)	potasio mg/l	potasio lbs/A	potasio Kg/ha	potasio meq/100 g
80	87	174	194	0.22
75	94	188	210	0.24
70	101	202	225	0.26
65	109	218	243	0.28
60	118	236	263	0.30
55	129	258	281	0.33
50	143	286	319	0.37
45	159	318	355	0.41
40	180	360	401	0.46
35	207	414	462	0.53
30	243	486	542	0.62
25	294	588	656	0.75

Interpretar los resultados basados en los niveles descritos en el Cuadro 7:

Cuadro 7. Interpretación de resultados de Potasio (Manual Kit SIW-1).

Resultado del análisis (ppm K)	Nivel	% de suficiencia
0 - 40	Muy bajo	20-50
41 - 80	Bajo	45-80
81 - 120	Medio	70-95
121 - 200	Alto	90-100
200 +	Muy Alto	100

% de suficiencia: Se refiere a la eficiencia productiva mostrada por el cultivo ante el nivel de K presente en el suelo sin aplicación de ningún tipo de abono o fertilizante. Por ejemplo, si el resultado del análisis muestra un nivel de K entre 41-80 ppm el cultivo solo producirá en el campo del 45% al 80% de lo que llegaría a producir de contar con un nivel óptimo de K aplicado con fertilización.

9. Cuando los análisis hayan terminado lavar los aparatos de laboratorio con agua desionizada.

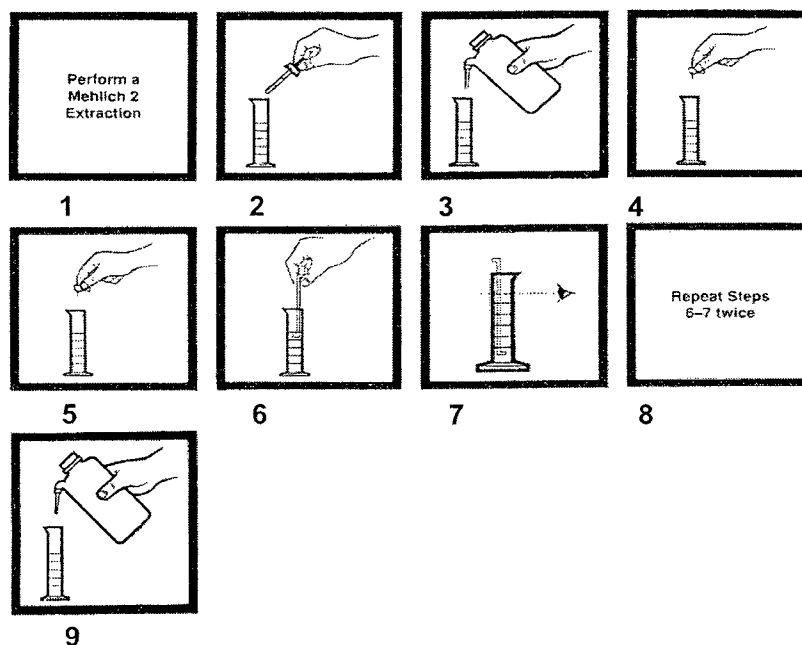


Figura 15. Procedimiento de determinación de potasio intercambiable.

Determinación de calcio + magnesio. Método de titulación con EDTA

1. Obtener el extracto Mehlich 2 de la muestra de suelo preparada.
2. Transferir exactamente 1.0 ml del extracto de la muestra del paso 1 a un vaso Erlenmeyer de 50 ml, usando un gotero de 1 ml.
3. Añadir agua desionizada hasta la marca de 25 ml.

4. Añadir 1.0 ml de la solución tampón Hardness 1 al vaso y agitar para mezclar.
5. Añadir 3-4 gotas de la solución indicadora de dureza ManVer al vaso y agitar para mezclar. Si calcio y/o magnesio están presentes la solución se tornará rojo vino.
6. Titular la muestra añadiendo gota a gota la solución patrón EDTA 0.0075 N al vaso Erlenmeyer mientras se agita la muestra. Contar exactamente la cantidad de gotas adicionadas. Continuar titulando hasta que el color de la solución comience a cambiar de rojo vino a violeta.
7. En la medida que el punto final se acerca, añadir una gota por vez y agitar después. Continuar así hasta que después de una gota añadida, no ocurra un cambio de color. Este es el punto final de la titulación. Anotar el número de gotas requerido para lograr el punto final. La solución se tornará azul o violeta claro.

Si la solución tiene un contenido significativo de cobre, la solución llegará al punto final sin lograr un cambio de color a azul puro. Si esto sucede añadir solución tituladora gota a gota hasta que ya no se aprecie un cambio de color.
8. Divida el número de gotas del titulador entre 2 para determinar calcio + magnesio en Meq/100 g.
9. Cuando el análisis haya terminado lavar los aparatos de laboratorio con agua desionizada.

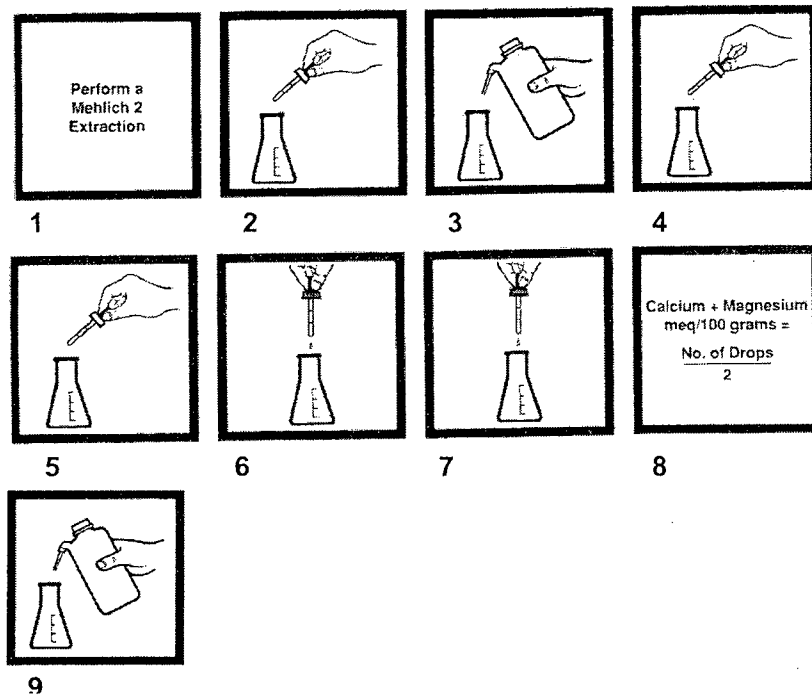


Figura 16. Procedimiento de determinación de calcio + magnesio.

4.3.5. Acidez total intercambiable

Extracción de suelo con cloruro de potasio

1. preparar la solución extractora de cloruro de potasio, echando tres cucharadas de 5 granos de cloruro de potasio en una botella dispensadora Flip-top, añadir agua desionizada hasta que el volumen alcance el nivel del cuello de la botella dispensadora Flip-top, invertir la botella varias veces para mezclar, rotular la botella para evitar confusión con otras soluciones. Esta solución es suficiente para 4 muestras.
2. Colocar un papel filtro en un embudo y humedecerlo con agua desionizada. Colocar el embudo sobre un vaso Erlenmeyer de 125 ml para recoger el filtrado.

3. Medir una cucharada de 5 gramos de la muestra preparada de suelo, colocarla en el embudo que contiene el papel filtro mojado.
4. Añadir lentamente durante un periodo de dos horas, de diez en diez, 50 ml de la solución KCl 1.0 N. posteriormente lavar dos veces la muestra de suelo con 10 ml de agua desionizada. Recolectar el filtrado en el vaso Erlenmeyer de 125 ml.
5. Añadir agua desionizada al vaso Erlenmeyer de 125 ml, hasta la marca de 75 ml.

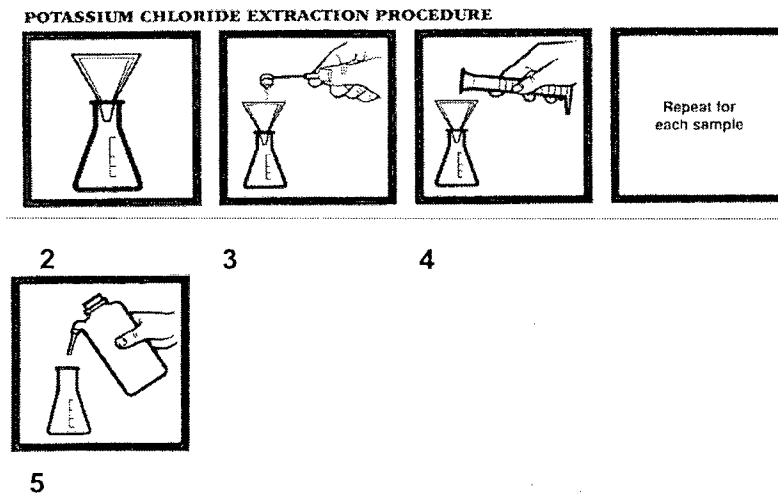


Figura 17. Procedimiento de extracción con cloruro de potasio.

Determinación por el método título métrico con NaOH

1. Obtener el extracto de cloruro de potasio de la muestra de suelo.
2. Añadir 5-6 gotas de fenolftaleína a un vaso Erlenmeyer conteniendo el extracto de muestra preparado en el paso 1. Agitar para mezclar.
3. Titular la muestra añadiendo gota a gota la solución patrón NaOH 0.075 N al vaso Erlenmeyer mientras se agita la muestra. Mantener un conteo exacto de las gotas de solución patrón añadidas a la

muestra. Continuar titulando hasta que el color comience a cambiar de incoloro a rosa pálido.

4. Si el punto final está cercano añadir una gota por vez y agitar después de cada gota. Continuar así hasta que el color de la muestra se torne rosado pálido y no desaparezca después de agitar. Este es el punto final de la titulación. Anotar la cantidad de gotas requeridas para lograr el punto final de la titulación.
5. Dividir el número de gotas requeridas entre 10 para determinar la acidez total intercambiable (ATI) en meq/100 g. Este valor es usado para determinar la capacidad de intercambio catiónico o bien el requerimiento de cal de suelos altamente ácidos o erosionados.

Requerimiento de cal: $RC (TM/Ha) = ATI \times 1.12$

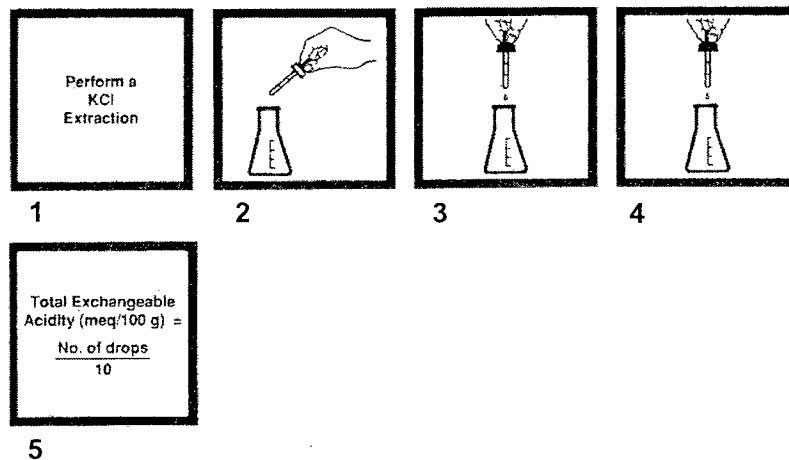


Figura 18. Procedimiento de determinación de ATI.

4.3.6. Requerimiento de yeso y sodio intercambiable

Extracción de suelo con sulfato de calcio saturado

1. Preparar una solución de sulfato de calcio añadiendo a una botella flip-top una medida rasa de sulfato de calcio con una cuchara de 1

gramo, añadir agua desionizada a la botella dispensadora hasta que el volumen alcance el nivel del cuello de la botella. Agitar la solución vigorosamente varias veces por espacio de 30 minutos para disolver el sulfato de calcio. Una pequeña cantidad del sulfato de calcio no se disolverá. Rotular la botella para evitar confusión con otras soluciones.

2. Medir una cucharada de la muestra preparada de suelo, usando una cuchara para suelo de 1 gramo y echarla en una botella redonda para muestras.
3. Medir exactamente 20 ml de la solución extractora preparada en el paso 1, usando una probeta de 25 ml y transferirla a la botella redonda que contiene la muestra.
4. Tapar y agitar la botella por 1 minuto a intervalos de 10 minutos por un periodo de 30 minutos.
5. Filtrar el contenido de la botella en otra botella redonda para muestras, usando un embudo y papel filtro.
6. Usar este filtrado para determinar Requerimiento de Yeso y Sodio intercambiable.

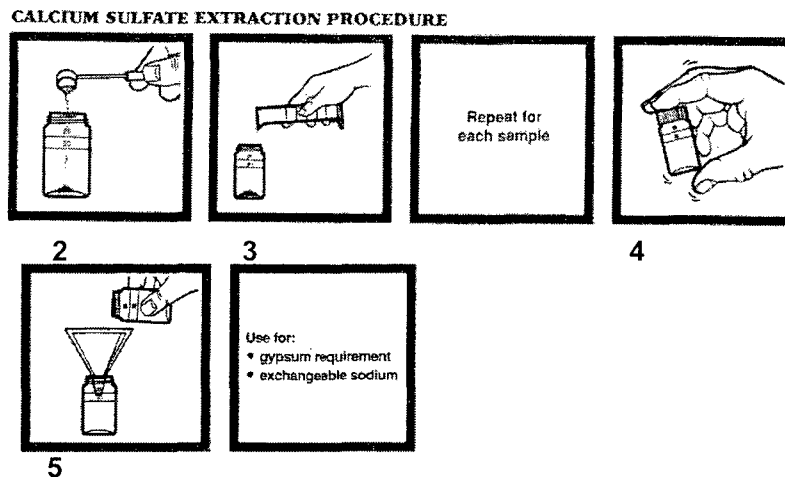


Figura 19. Procedimiento de extracción con sulfato de calcio saturado.

Determinación por el método de titulación con EDTA

1. Obtener el extracto de sulfato de calcio de la muestra de suelo.
2. Transferir exactamente 1.0 ml del extracto de la muestra del paso anterior usando un gotero de 1.0 ml a un Erlenmeyer de 50 ml.
3. Añadir agua desionizada hasta la marca de 25 ml.
4. Añadir 1.0 ml de la solución tampón Dureza 1 al vaso Erlenmeyer y agitar para mezclar.
5. Añadir de 3-4 gotas de la solución indicadora de dureza ManVer al vaso Erlenmeyer y agitar para mezclar.
6. Titular la muestra añadiendo gota a gota la solución patrón EDTA 0.0075 N, agitar mientras se cuenta exactamente el número de gotas añadida a la solución. Continúe titulando hasta que el color comience a cambiar de rojo a azul.

Si el contenido de cobre en la muestra es alto, la solución logrará el punto final sin tornarse en azul puro, sí esto sucediera, añadir gota a gota solución tituladora hasta que no se aprecie un cambio de color.

7. Calcular el requerimiento de Yeso utilizando el siguiente procedimiento:

$$(RY) \text{ meq/100 g.} = \frac{[28 - (\text{N}^\circ \text{ de gotas})] \times 2}{2}$$

Si el número de gotas del titulador es igual o mayor a 56 entonces no existe requerimiento de yeso.

Tenemos el siguiente ejemplo:

$$\text{Requerimiento de yeso (RY) TM/Ha.} = \text{RY (meq/100g)} \times 3.81$$

Para el Sodio Estimado Intercambiable (SEI) utilizar la fórmula siguiente:

$$\text{SEI (meq/100g)} = [0.96 + (0.99 \times \text{RY meq/100g})]$$

8. Cuando el análisis haya terminado lavar los aparatos de laboratorio con agua desionizada.

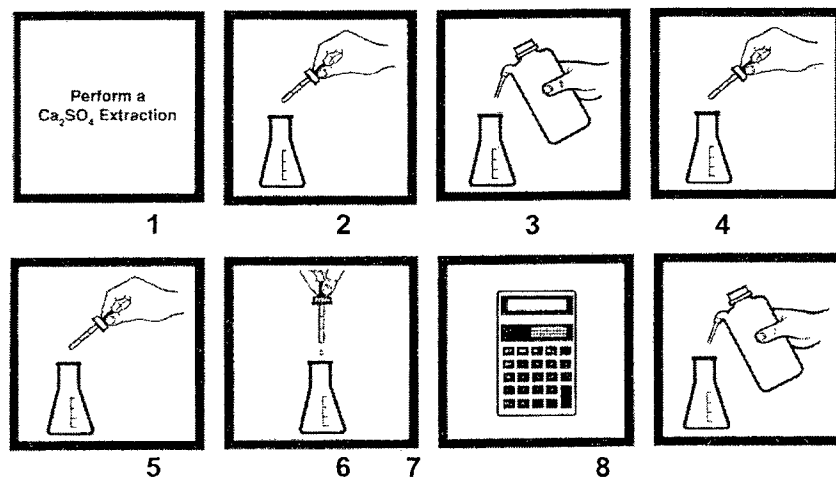


Figura 20. Procedimiento de determinación de requerimiento de yeso.

4.3.7. Requerimiento de cal

Extracción de suelo con SMP buffer

La extracción SMP buffer es apropiada para suelos con alto requerimiento de cal y grandes reservas de aluminio intercambiable. Es inapropiado para:

- Suelo con contenido de materia orgánica superior a 10%
- Suelo arenoso
- Suelo con alto nivel de caolinita y óxido-hidróxido de Aluminio y hierro, en su fracción arcillosa.

1. Medir 4 cucharadas rasas de la muestra de suelo preparada utilizando una cuchara para suelo de 2 gramos y echarlo en un vaso de precipitados de 50 ml.
2. Medir exactamente 21 ml de agua desionizada usando una probeta graduada de 25 ml y transferirla al vaso de precipitados que contiene la muestra.
3. Añadir el contenido de una bolsita de buffer para requerimiento de cal al vaso de precipitados.
4. Agitar el contenido del vaso de precipitados con una espátula y dejarlo reposar por 10 minutos.
5. Después de 10 minutos usar la muestra de suelo preparada, para la determinación de requerimiento de cal.

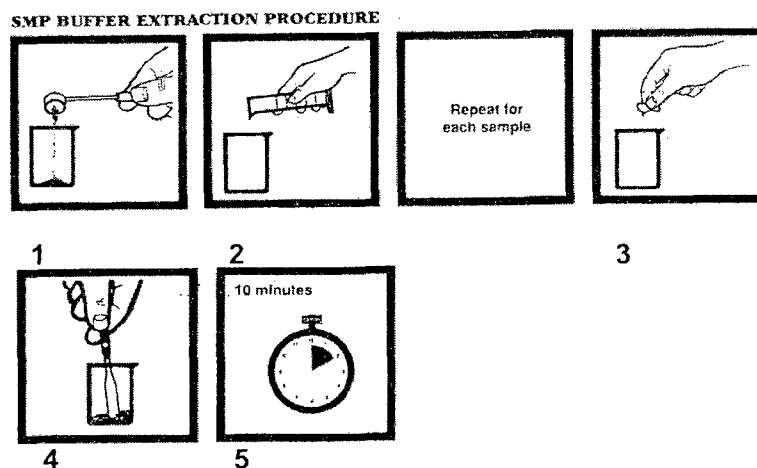


Figura 21. Procedimiento de extracción SMP buffer.

Determinación por el método electrolítico

Calibrar el medidor de pH de acuerdo a la siguiente secuencia:

- A. Preparar la solución tampón de pH 7 añadiendo el contenido de una bolsita de reactivo en polvo en 50 ml de agua desionizada contenida en vaso de precipitados de 50 ml.
- B. Encender el instrumento.
- C. Retirar la tapa protectora del instrumento y sumergir el sensor del medidor una pulgada bajo la superficie de la solución tampón. Si es necesario calibrar el instrumento ajustando el tornillo de calibración cercano al sujetador del medidor, hasta obtener la lectura 7.00.
 1. Obtener el extracto SMP buffer de la muestra de suelo.
 2. Sumergir la punta del medidor de pH una pulgada bajo la superficie de la muestra del paso 1 y agitar suavemente hasta que el suelo este completamente suspendido y la lectura de la medición sea estable.
 3. Registrar la lectura al punto más cercano a 0.1 unidades de pH. Este es el pH de la solución tampón.
 4. Lavar el electrodo con agua desionizada. Quitar el exceso de agua limpiando la punta con una toalla de papel, antes de continuar con la próxima muestra.
 5. Una vez realizadas todas las determinaciones, lavar el electrodo con agua desionizada. Apagar el instrumento y colocarle la tapa protectora antes de almacenar.
 6. Consulte el cuadro de requerimiento de cal, después de este paso para determinar el requerimiento de cal de la muestra de suelo.

Cuadro 8. Interpretación de resultados de requerimiento de encalado
 método Electrolítico - SMP (Manual Kit SIW-1).

Requerimiento de cal pura (como CaCO₃) en base a pH en TM/Ha^{1/}		
Buffer pH	A pH 7.0	A pH 6.5
6.8	0.2	0.2
6.7	1.4	1.2
6.6	2.4	2.0
6.5	3.8	3.2
6.4	5.4	4.6
6.3	6.8	5.8
6.2	8.4	7.2
6.1	10.2	8.6
6.0	11.4	9.6
5.9	13.4	11.4
5.8	15.0	12.8
5.7	16.8	14.2
5.6	18.2	15.4
5.5	19.6	16.6
5.4	21.4	18.2
5.3	23.0	19.6
5.2	24.8	21.0
5.1	26.2	22.2
5.0	27.8	23.6
4.9	29.4	25.6

1/ Valores basados en toneladas métricas de CaCO₃ puro y fino con carbonato de calcio equivalente (CCE) al 100%

El método más aceptable para la determinación de requerimiento de cal es la medición del pH del extracto SMP de suelo. En este método se añade una solución tampón al suelo ácido, la respuesta de la medición de este suelo es un incremento en el pH, el cual está en relación con la necesidad de cal en toneladas de CaCO_3 , para aumentar el pH del suelo hasta 6.5 o 7.0.

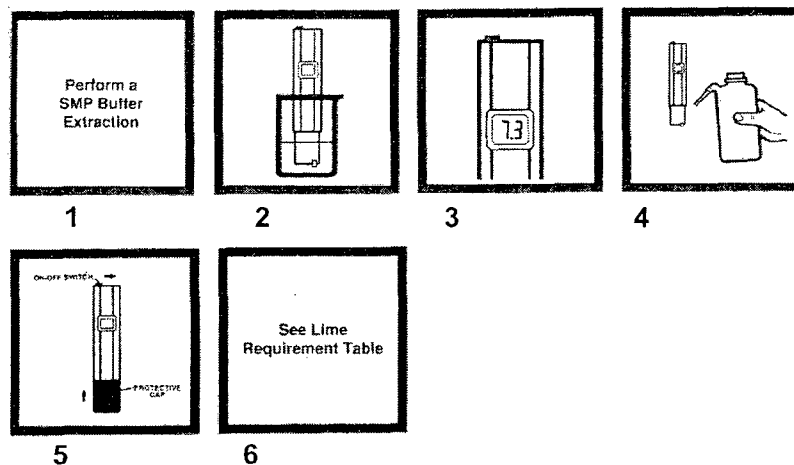


Figura 22. Procedimiento para determinación de requerimiento de cal.

4.3.8. Estimación de cal libre (exceso) en suelo

Los suelos calcáreos tienen el pH alcalino porque contienen partículas de carbonato de calcio. Los suelos calcáreos efervescen (burbujean) cuando se tratan con ácido clorhídrico 2.5 N. El grado de efervescencia determina si el suelo es No calcáreo, ligeramente, moderadamente o muy calcáreo.

Los suelos calcáreos presentan muchos problemas para el manejo de los cultivos. Mientras los suelos sean muy amortiguados contra la acidez (alto % de saturación de bases), el pH alcalino reduce la disponibilidad de Fósforo, Hierro, Zinc, Manganeso, Cobre y Boro.

1. Medir una cucharada de la muestra de suelo preparada usando una chuchara de 1.0 gramo y echarla en un vidrio de reloj.

Varias muestras pueden ser analizadas en un vidrio de reloj. Use el lápiz de laboratorio para dividir el vidrio de reloj en dos secciones. Rotular cuidadosamente cada sección. Proceder con cuidado para prevenir contaminación entre las dos muestras.

2. Gotear agua desionizada a la muestra hasta que este mínimamente saturada. La expulsión de aire de la muestra previene resultados erróneos.
3. Añadir 3 gotas de HCl 2.5 N a la muestra de suelo y anote el grado de efervescencia.

Es útil cuando se aprende primero este procedimiento probando con muestras de suelo de pH y/o contenido de cal conocidos, para usarlos como referencia.

4. Anote si el suelo es no-calcáreo, ligeramente, moderadamente o muy calcáreo.

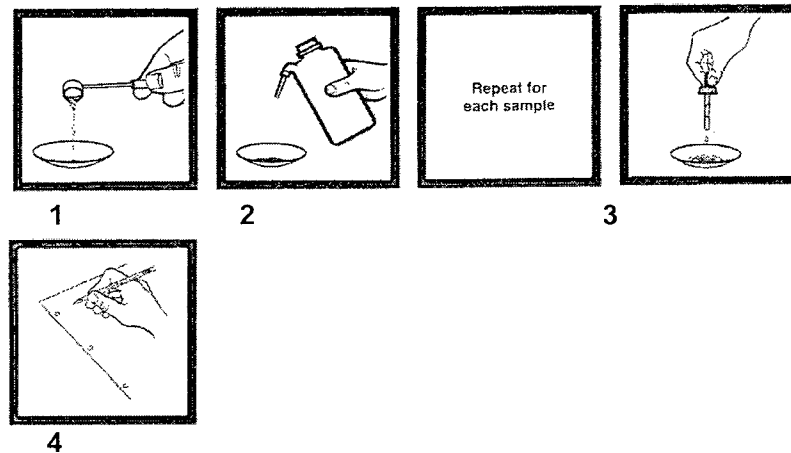


Figura 23. Procedimiento de determinación de cal libre.

4.3.9. Cálculo de la capacidad de intercambio catiónica y porcentaje de saturación de bases en el suelo.

El cálculo de la capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de saturación de bases requiere de la previa determinación de potasio, calcio + magnesio, sodio y requerimiento de cal.

Determinar la capacidad de intercambio catiónico (CIC) del suelo es importante para estimar la necesidad suplementaria de potasio y aplicar la cantidad necesaria de herbicidas al suelo. La precisa determinación de la CIC requiere de mucho tiempo. Pruebas de laboratorios de suelos en regiones con suelos ácidos hasta neutros ($\text{pH} < 7.0$) han determinado que es aceptable la determinación de la CIC, sumando K, Ca, Mg y acidez neutralizable (requerimiento de cal). Interpretar con ayuda del cuadro 9.

La medición de la CIC en suelos calcáreos se podría incrementar por efecto del CaCO_3 de la solución de extracción Mehlich 2.

$$\text{CIC (meq/100 g.)} = \text{K} + \text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + (\text{SMP requerimiento de cal} \times 2)$$

Los valores para K, Ca, Mg y Na se indican en meq/100 g y no en ppm. Consultar el procedimiento individual para asegurar la unidad correcta. Ver el procedimiento requerimiento de yeso para calcular el valor de sodio.

Raramente dicha suma incluye valores numéricos para ambos, sodio y Acidez intercambiable. Los suelos ácidos tienen tal requerimiento de cal y son típicamente suficientemente bajos en contenido de sodio (Na), de tal manera que esos valores son insignificantes para el cálculo de CIC. Los suelos alcalinos no poseen valores de requerimiento de cal, por lo cual dichos valores no influyen en el cálculo.

$$\% \text{ de Saturación de Bases} = \frac{(K + Ca + Mg + Na)}{CIC} \times 100$$

Los valores de los cationes K, Ca, Mg y Na se indican en meq/100 g.

Cuadro 9. Rangos de la CIC del suelo y su interpretación (Manual Kit SIW-1).

Clasificación	CIC (meq/100g suelo)
Muy bajo	< 6
Bajo	6 - 12
Medio	12 - 25
Alto	25 - 40
Muy Alto	> 40

4.3.10. Estimación de la textura del suelo.

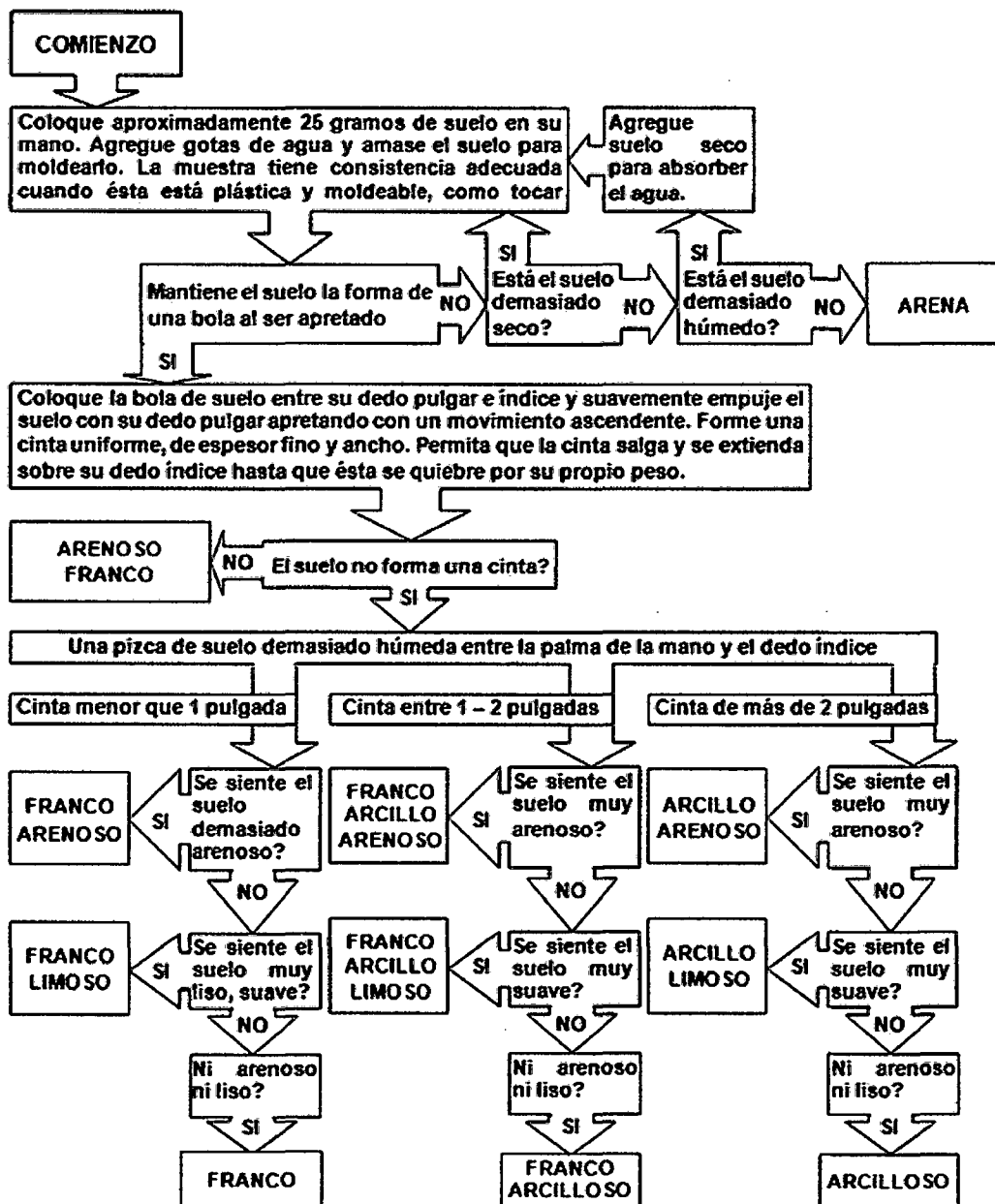


Figura 24. Metodología desarrollada por el Dr. Steve Thein, del Departamento de Agronomía de la Universidad Estatal de Kansas, Manhattan – EE.UU.

4.4 Material logístico

- 02 Equipos de laboratorio portátil marca HACH modelo SIW-1 para 300 muestras cada uno.
- 01 Motocicleta Marca Honda, modelo CB125
- 01 Proyector multimedia marca BENQ.
- 01 Equipo de cómputo.
- 01 Impresora.
- 01 Escáner.
- 01 Cámara fotográfica digital.
- 01 Ecran de pared.
- 01 Televisor a colores.
- 01 Fotocopiadora.
- Aula implementada.
- Ambiente acondicionado como laboratorio de suelos.
- Nivel de remuneración: S/. 1,700 (un mil setecientos y 00/100 nuevos soles) mensuales.
- Material técnico de difusión en temas de muestreo y análisis de suelos u otros afines a la labor de transferencia tecnológica agraria
- Documentación (facturas, boletas, etc., generados por salidas al campo en labor de difusión tecnológica).

4.5 Charlas

Se realizan charlas mensuales, previa coordinación con las autoridades comunales y directivos de organizaciones de productores, con la finalidad de reunir grupos de agricultores, desarrollándose una difusión de información y

demostración de métodos de muestreo de suelos, incentivando a los participantes a solicitar el servicio de análisis de suelos para sus cultivos, dándose a conocer lugares de contacto, costos de servicios, etc.

Se distribuye gratuitamente material informativo y publicitario, de modo que los servicios mencionados se difundan de boca en boca por los agricultores, ya que es la manera más efectiva de darlos a conocer.

4.6 Usuarios atendidos por el servicio

El conjunto de productores atendidos es de 239, en su gran mayoría están asociados a alguna organización, predominando la Cooperativa Agroindustrial Tocache Ltda., la cual busca obtener un registro de la situación productiva de los campos de sus socios a través de sus resultados de análisis de suelos, para planificar acciones a futuro orientadas al manejo orgánico y el incremento de la calidad de almendra de cacao y dado que los agricultores poseen plantaciones de diferentes edades habiendo entregados muchos de ellos más de una muestra, resulta más favorable cuantificar el número de muestras atendidas, que llegan a 299 (Anexo 1). Las muestras atendidas serán agrupadas según distritos y comunidades de procedencia, asimismo de acuerdo a los parámetros analizados, siendo relevantes los niveles de pH, N, P, K, Ca+Mg, necesidades de encalado, considerándose sus niveles y desarrollando un análisis de cada parámetro.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. De la cantidad de muestras atendidas según distritos

Para efectos de análisis se han ordenado las muestras atendidas de acuerdo a su procedencia, tomando como primer criterio su distrito y luego la comunidad de origen, valorizando en función a porcentajes alcanzados.

Cómo se podrá observar en los cuadros 10 al 15, las muestras atendidas son procedentes en su mayoría del distrito de Tocache, el cual es uno de los más activos económicamente en la provincia homónima, asimismo es el distrito con mayor concentración de plantaciones de cacao, seguido por Progreso, Pólvora, Uchiza y, notablemente más abajo, Shunte.

Por otro lado la diversidad de comunidades atendidas ha sido superior en el distrito de Tocache, seguido del distrito de Progreso, Pólvora y Uchiza. Shunte fue poco atendido, ya que en esta zona existen muy pocas plantaciones de cacao, dedicándose mayormente los agricultores al cultivo de café en las zonas altas, arroz y palma aceitera en las zonas más bajas.

Cuadro 10. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Tocache.

Distrito	Comunidad	Nº Muestras	%
Tocache	Almendras	19	15.45
	Alto Bambamarca	1	0.81
	Alto Limón	5	4.07
	Bajo Limón	2	1.63
	Balsa Probana	10	8.13
	Cerro porteño	1	0.81
	Bentenjebe	4	3.25
	Chan Chan	5	4.07
	Culebra	4	3.25
	Filadelfia (Alto)	1	0.81
	Huayranga	7	5.69
	Ishanga	5	4.07
	Unión Alegre	2	1.63
	Guantanamo	1	0.81
	Naranjal	6	4.88
	Pucayacu	3	2.44
	Ramal de Cachiyacu	1	0.81
	Rio Tocache	1	0.81
	San Juan de Cañutillo	22	17.89
	San Miguel del Porvenir	13	10.56
	Santo Cristo	1	0.81
	Shishiyacu	1	0.81
	Tiesto	3	2.44
Tocache Viejo	2	1.63	
Villapalma	2	1.63	
Yacusisa	1	0.81	
Total		123	100.0

Fuente: Registro de datos de análisis INIA 2010.

Cuadro 11. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Uchiza.

Distrito	Comunidad	Nº Muestras	%
Uchiza	Bajo Porongo	1	2.70
	Cajatambo	1	2.70
	Cruz Pampa	1	2.70
	Fray Martín	3	8.11
	José Carlos Mariátegui	2	5.41
	Loboyacu	1	2.70
	Nueva Unión	3	8.11
	Pezo	1	2.70
	San Juan de Ollates	1	2.70
	San Juan de Porongo	1	2.70
	San Juan Km. 4	1	2.70
	Santo Domingo	1	2.70
	Shapaja	19	51.35
	Valle Shunté	1	2.70
Total		37	100.00

Fuente: Registro de datos de análisis INIA 2010.

Cuadro 12. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Progreso.

Distrito	Comunidad	Nº Muestras	%
Progreso	Alto Colombia	1	1.27
	Alto Uchiza	1	1.27
	Alto Progreso	1	1.27
	Buenos Aires	1	1.27
	Cahuide	2	2.53
	Nueva Unión	1	1.27
	Fray Martín	3	3.80
	Guantánamo	2	2.53
	Madre Mía (Alto y Bajo)	2	2.53
	Manteca	1	1.27
	Las Palmeras	2	2.53
	La Morada	1	1.27
	Molope	18	22.78
	Muyuna	1	1.27
	Paraíso	1	1.27
	Perlamayo	1	1.27
	Sacha Cuy	1	1.27
	San Jacinto	1	1.27
	San Pedro	2	2.53
	Santa Cruz	12	15.19
Sitully	8	10.13	
Tayshan	15	18.99	
Villa Los Ángeles	1	1.27	
Total		79	100.0

Fuente: Registro de datos de análisis INIA 2010.

Cuadro 13. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Pólvora.

Distrito	Comunidad	N° Muestras	%
Pólvora	Balsayacu	14	25.93
	Bolívar	4	7.41
	Buenos Aires	1	1.85
	Cedro	1	1.85
	Cepesa	3	5.56
	Huascayaquillo	1	1.85
	Iscoite	3	5.56
	La Florida	2	3.70
	La Loma	3	5.56
	Luis Salas	1	1.85
	Nuevo Casma	4	7.41
	Nuevo Chilia	1	1.85
	Nuevo Horizonte	4	7.41
	Miraflores	1	1.85
	Puerto Rico	3	5.56
	Pólvora	7	12.96
	Villa Los Ángeles	1	1.85
Total		54	100.00

Fuente: Registro de datos de análisis INIA 2010.

Cuadro 14. Muestras atendidas por comunidades en el distrito de Shunté.

Distrito	Comunidad	Nº Muestras	%
Shunte	Pampa Hermosa	1	16.67
	Nuevo Belén	1	16.67
	Montecristo	1	16.67
	Shunte	1	16.67
	Las Palmas	1	16.67
	San Francisco	1	16.67
		6	100.0

Fuente: Registro de datos de análisis INIA 2010.

Cuadro 15. Muestras atendidas por distritos en la provincia de Tocache.

Distrito	Nº Comunidades	%	Nº Muestras	%
Tocache	26	30.23	123	41.4
Uchiza	14	16.28	37	12.3
Progreso	23	26.74	79	26.3
Pólvora	17	19.77	54	18.0
Shunte	6	6.98	6	2.0
TOTAL	86	100.0	299	100.0

Fuente: Registro de datos de análisis INIA 2010.

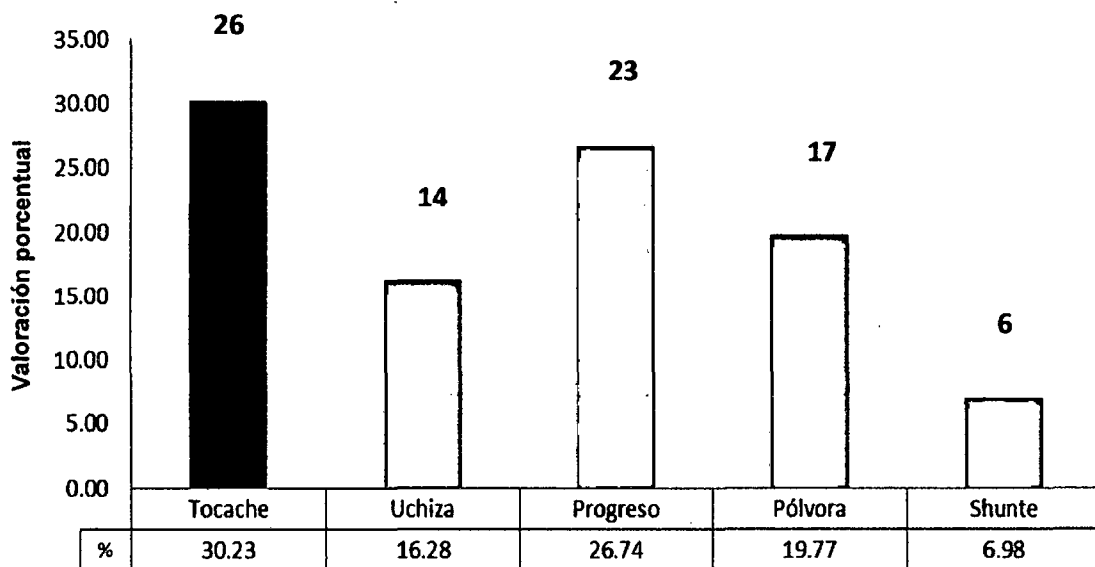


Figura 25. Distribución porcentual de comunidades atendidas por distritos en la provincia de Tocache.

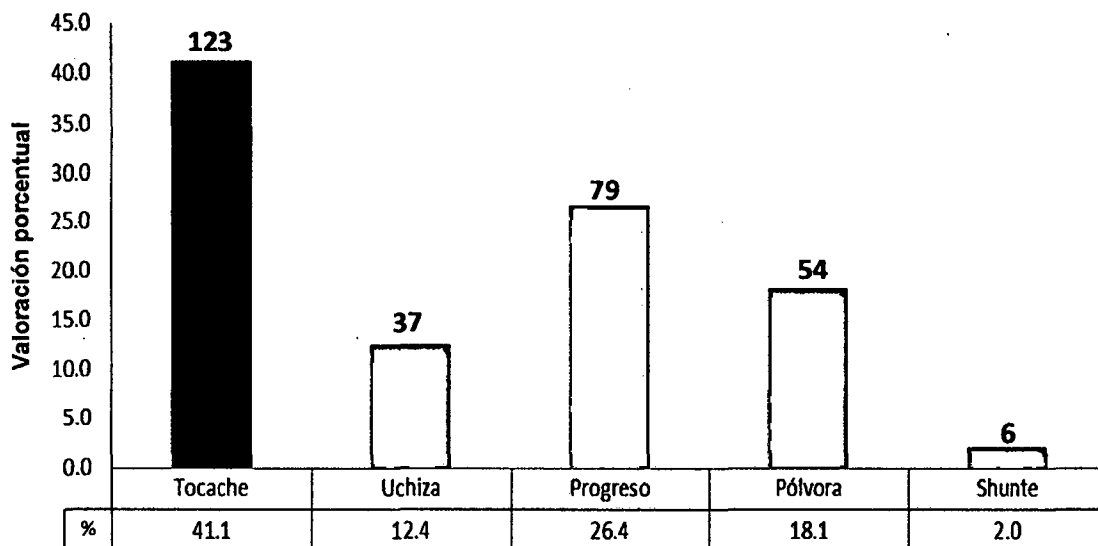


Figura 26. Distribución porcentual de muestras tomadas por distritos en la provincia de Tocache.

De los distritos de Tocache y Progreso fueron de los que procedieron la mayoría de muestras, en dichos distritos el número de agricultores dedicados al cultivo de cacao es mucho mayor que en los tres siguientes, asimismo poseen un número mucho mayor de comunidades y son más extensos, a excepción del distrito de Pólvora. Para el caso particular del distrito de Shunte, este posee pocas comunidades y la existencia del cultivo de cacao es escasa, dedicándose en su gran mayoría los agricultores al cultivo del café.

Por otro lado, el distrito de Pólvora, no obstante poseer un gran número de agricultores y plantaciones de cacao, muestra un nivel menor de demanda de análisis de suelos, lo que lleva a pensar que la concientización sobre la importancia del análisis de suelos y la difusión de cómo acceder a estos servicios, es insuficiente en este distrito.

Por último, los distritos de Uchiza y Shunté, son los que casi no han demandado servicios de análisis de suelos, debido mayormente a que no se promociona casi nada la tecnología agrícola, ya que los proyectos de desarrollo y acciones de asistencia técnica recientemente están prestando atención a sus comunidades.

5.2. De los resultados analíticos de parámetros químicos (pH, N, P, K y CIC) hallados según provincia y distritos

En el Cuadro 16 y la Figura 27, se puede observar los resultados de los rangos de pH de las distintas muestras analizadas según sus distritos de procedencia, encontrándose que en casi todos los distritos se presenta que los rangos ácido (4.5 a 5.5), fuertemente ácido (<4.5), e inclusive el rango ligeramente ácido (5.5 a 6.5), son predominantes.

Se observa que el nivel de pH que predomina en la provincia de Tocache, es el ácido, siendo el distrito de Tocache el que posee la mayor cantidad de suelos con esta condición, sin embargo no se debe olvidar que la mayoría de muestras que han brindado información son procedentes justamente de este distrito.

Es también muy notorio que los suelos de condición neutra son casi inexistentes en la provincia de Tocache.

Por último, existe una regular presencia de suelos fuertemente alcalinos, puesto que las plantaciones de cacao se instalan en suelos aluviales con éstas características.

Cuadro 16. Resultados de pH, agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache (Registro de datos INIA 2010).

Rango de pH	Interpretación	Distritos				
		%				
		Tocache	Uchiza	Progreso	Pólvora	Shunté
< 4.5	Fuertemente ácido	20.33	27.03	25.32	3.70	33.33
4.5 a 5.5	Ácido	62.60	27.03	27.85	40.74	16.67
5.5. a 6.5	Ligeramente ácido	4.07	10.81	18.99	27.78	33.33
6.5. a 6.8	Prácticamente neutro	1.63	0.00	1.27	3.70	0.00
6.8 a 7.2	Ligeramente alcalino	0.81	13.51	3.80	7.41	0.00
7.2 a 7.4	Alcalino	5.69	2.70	6.33	3.70	0.00
7.5 a 8.0	Fuertemente alcalino	4.07	18.92	13.92	11.11	16.67
8.0 a >	Muy fuertemente alcalino	0.81	0.00	2.53	1.85	0.00
%		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nº de muestras		123	37	79	54	6

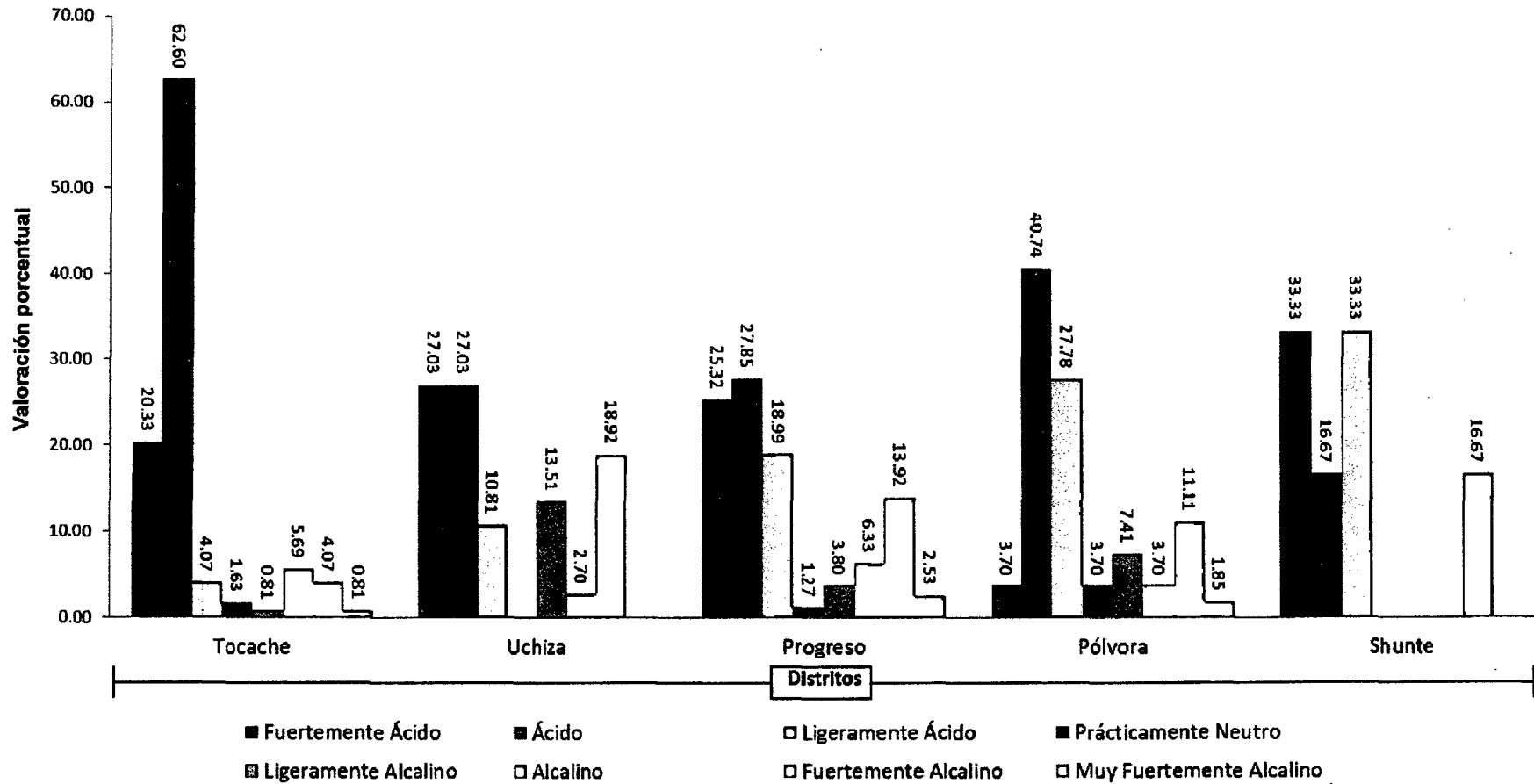


Figura 27. Resultados de pH agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.

Tomando en cuenta que las muestras analizadas proceden de suelos con cultivos de cacao, es un factor importante el hecho que estos están instalados en suelos con problemas de acidez, los cuales no son recomendables para este cultivo, por lo que debe manejárseles mediante encalado. Existe una proporción interesante de suelos con rango de pH ligeramente ácido, en los cuales el cacao suele desarrollarse favorablemente, los cuales están ubicados mayormente en los distritos de Pólvora y Progreso, inclusive existe regular presencia de éstos suelos en el distrito de Uchiza.

En el Cuadro 17, se puede observar comparativamente, los resultados de los rangos de N de las distintas muestras analizadas según sus distritos de procedencia, encontrándose que en todos los distritos se presenta dentro del rango muy bajo de nitrógeno (Menor de 0.05%). Analizando la figura 28, se observa que el nivel de N que predomina en la provincia de Tocache, es el nivel muy bajo, siendo el distrito de Uchiza el que posee la mayor cantidad de suelos con esta condición. En general, todos los distritos presentan una gran predominancia de estas condiciones en sus suelos, lo cual permite pensar que el N es un problema fundamental de fertilidad de los suelos de la provincia de Tocache, Todos los demás niveles o rangos, sin excepción, se encuentran ubicados muy por debajo del rango "muy bajo" y son escasamente representativos.

Cuadro 17. Resultados de N porcentual, agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache
(Registro de datos INIA 2010).

Rango de N Total	Interpretación	Distritos				
		%				
		Tocache	Uchiza	Progreso	Pólvora	Shunté
Mayor a 0.18%	Alto	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
De 0.15 a 0.18%	Ligeramente alto	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00
De 0.11 a 0.15%	Normal	0.81	2.70	1.27	3.70	0.00
De 0.08 a 0.10%	Ligeramente bajo	4.07	0.00	1.27	16.67	16.67
De 0.05 a 0.08%	Bajo	14.63	8.11	15.19	25.93	16.67
Menor de 0.05%	Muy bajo	80.49	89.19	81.01	53.70	66.67
%		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nº de muestras		123	37	79	54	6

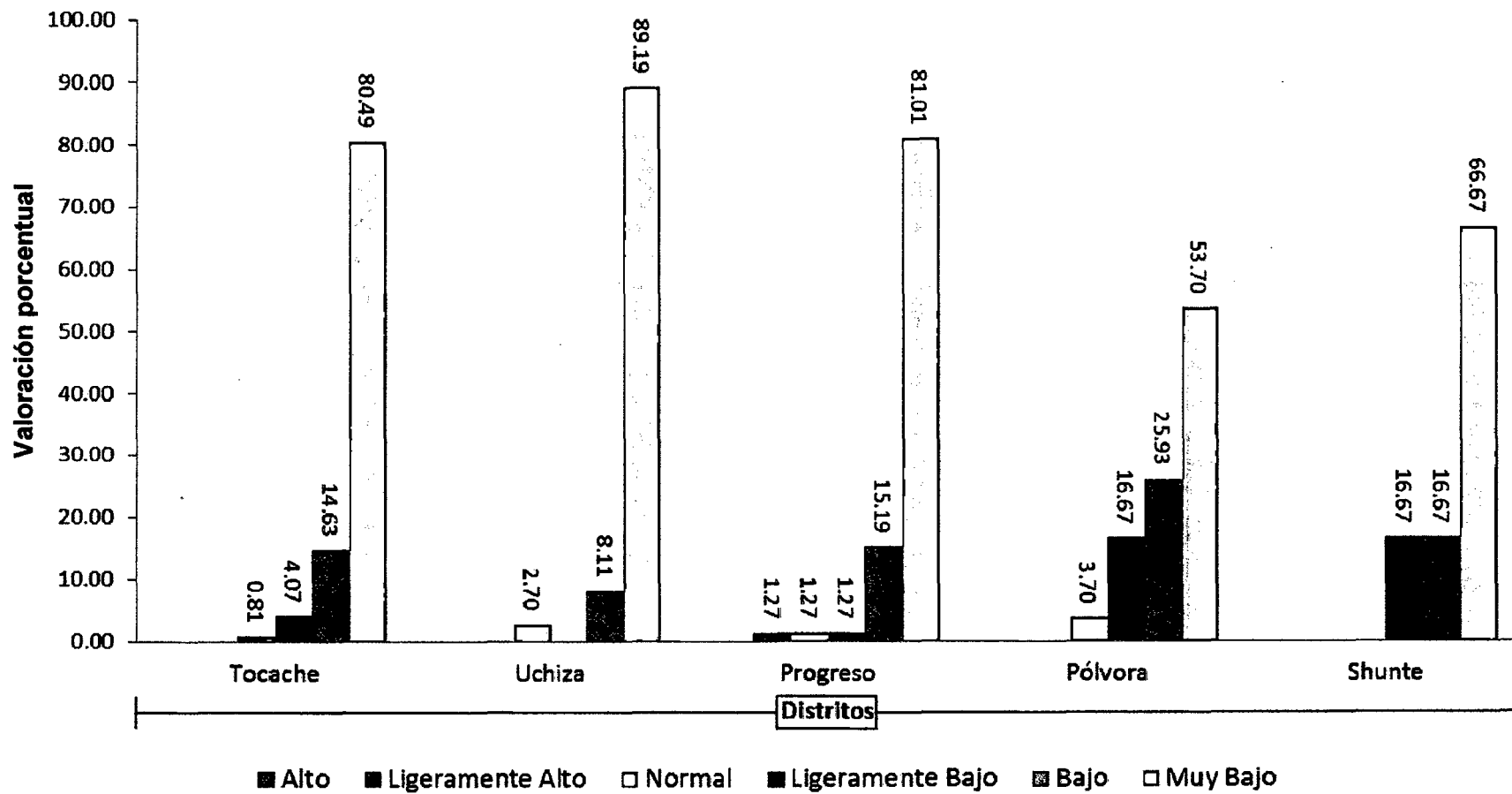


Figura 28. Resultados de N porcentual agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.

El manejo de Nitrógeno, resultaría entonces de vital importancia y necesidad para elevar los rendimientos de las plantaciones instaladas en esos suelos, indistintamente de si este suelo se ubica en cualquiera de los distritos. En el Cuadro 18 y la Figura 29, se puede observar los resultados de los rangos de P de las distintas muestras analizadas según sus distritos de procedencia, encontrándose que en todos los distritos se presentan dos rangos fundamentales, el bajo (6-12 ppm) y medio (13-25 ppm).

Se observa que el nivel de P que predomina en la provincia de Tocache está dividido en dos rangos predominantes, en un primer caso, en los distritos de Tocache, Progreso y Pólvora predomina el nivel bajo, en tanto que en un segundo caso, en los distritos de Uchiza y Shunte, predomina el nivel medio de fósforo en los suelos. En general, todos los distritos presentan una gran predominancia de estas condiciones en sus suelos, en relación a las demás, lo cual permite pensar que el P es otro elemento problema de los suelos, lo cual puede deberse a que este elemento sea deficitario en función a condiciones de formación de los suelos y su material parental o a un historial de manejo con fuerte sobreexplotación de los mismos, ya que entre los productores poco conocimiento existe acerca de la importancia de este elemento y su manejo en el suelo. El manejo de fósforo, resultaría entonces de gran importancia y necesidad para elevar los rendimientos de las plantaciones instaladas en esos suelos. Todos los demás niveles o rangos, sin excepción, se encuentran ubicados muy por debajo del rango "bajo" o "medio" y son escasamente representativos.

Cuadro 18. Resultados de P en ppm, agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache (Registro de datos INIA 2010).

Rango de P	Interpretación	Distritos				
		%				
		Tocache	Uchiza	Progreso	Pólvora	Shunté
0 - 5	Muy bajo	13.82	5.41	10.13	7.41	16.67
6 - 12	Bajo	56.91	18.92	45.57	50.00	16.67
13 - 25	Medio	23.58	45.95	36.71	38.89	50.00
26 - 50	Alto	3.25	24.32	1.27	1.85	16.67
51 +	Muy alto	2.44	5.41	6.33	1.85	0.00
%		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nº de muestras		123	37	79	54	6

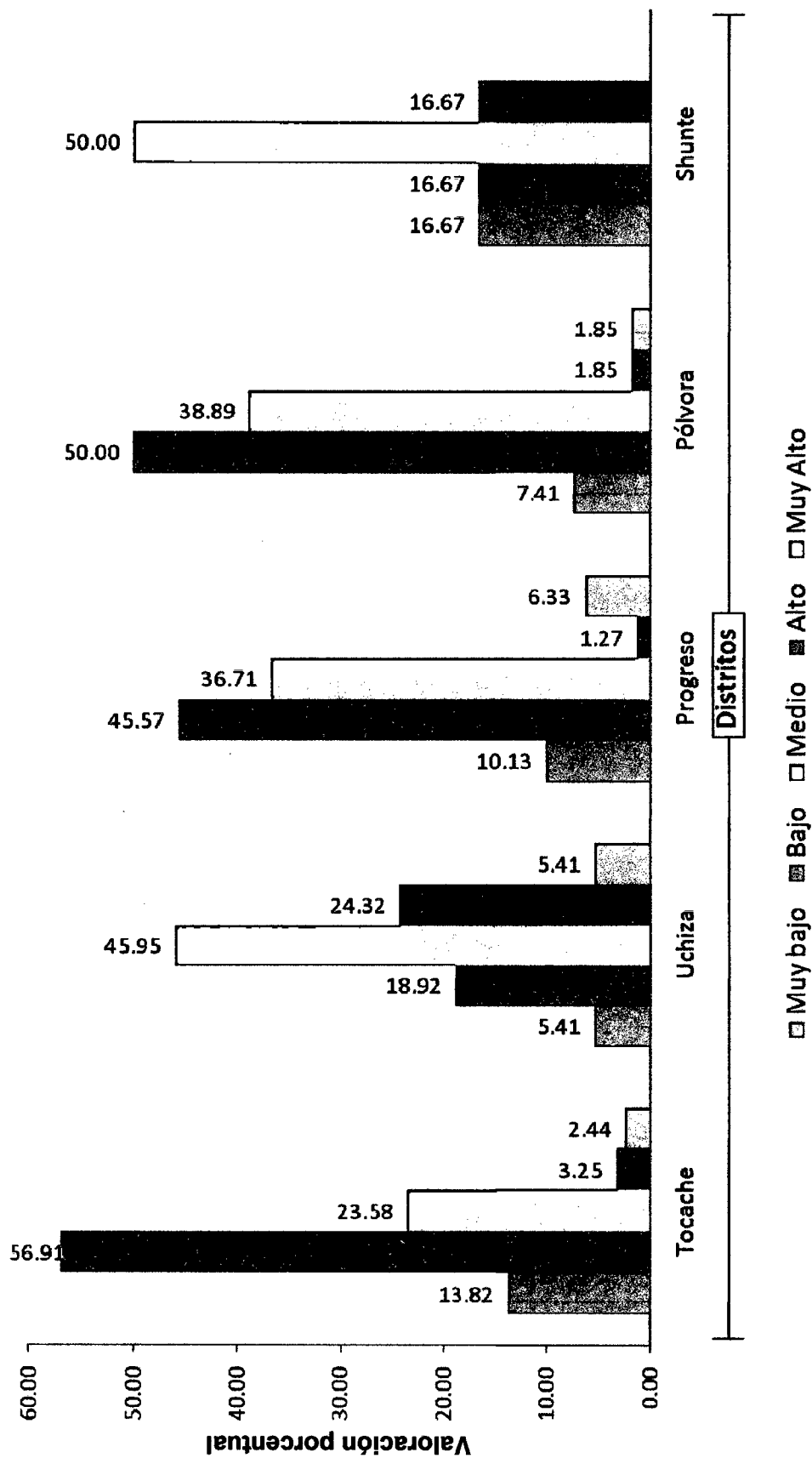


Figura 29. Resultados de P en ppm agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.

En el Cuadro 19, se puede observar los resultados de los rangos de K de las distintas muestras analizadas según sus distritos de procedencia, encontrándose que en todos los distritos se presentan dos rangos fundamentales, el bajo (41-80 ppm) y medio (81-120 ppm).

Analizando la Figura 30, se observa que el nivel de K que predomina en la provincia de Tocache se comparte entre dos rangos, en un primer caso, en los distritos de Tocache, Progreso, Pólvora y Shunte predomina el nivel bajo, en tanto que en el distrito de Uchiza, predomina el nivel medio de potasio en los suelos. En general, todos los distritos presentan una gran predominancia de estas condiciones en sus suelos, en relación con las demás, lo cual permite pensar que el K es un elemento medianamente disponible en estos suelos, lo cual puede deberse a condiciones de formación de los suelos y su material parental fundamentalmente, asimismo, este elemento es muy estable en el suelo, o cual permite saber que al ser adicionado por fertilizantes o abonos, una buena proporción puede haberse acumulado en los suelos con cultivo de cacao. Asimismo, algunos productores suelen aplicar un manejo de reciclaje de cáscaras y podas, promovido por los diferentes programas de asistencia técnica que los han atendido en los últimos años. El manejo de fósforo, resultaría entonces de gran importancia y necesidad para elevar los rendimientos de las plantaciones instaladas en esos suelos.

Todos los demás niveles o rangos, se encuentran ubicados muy por debajo del rango "bajo" o "medio" y son escasamente representativos.

Cuadro 19. Resultados de K en ppm, agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache (Registro de datos INIA 2010).

Rango de K	Interpretación	Distritos				
		%				
		Tocache	Uchiza	Progreso	Pólvora	Shunté
0 - 40	Muy bajo	4.07	0.00	2.53	0.00	0.00
41 - 80	Bajo	49.59	37.84	43.04	46.30	66.67
81 - 120	Medio	30.08	48.65	36.71	33.33	16.67
121 - 200	Alto	11.38	10.81	11.39	9.26	16.67
200 +	Muy alto	4.88	2.70	6.33	11.11	0.00
%		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nº de muestras		123	37	79	54	6

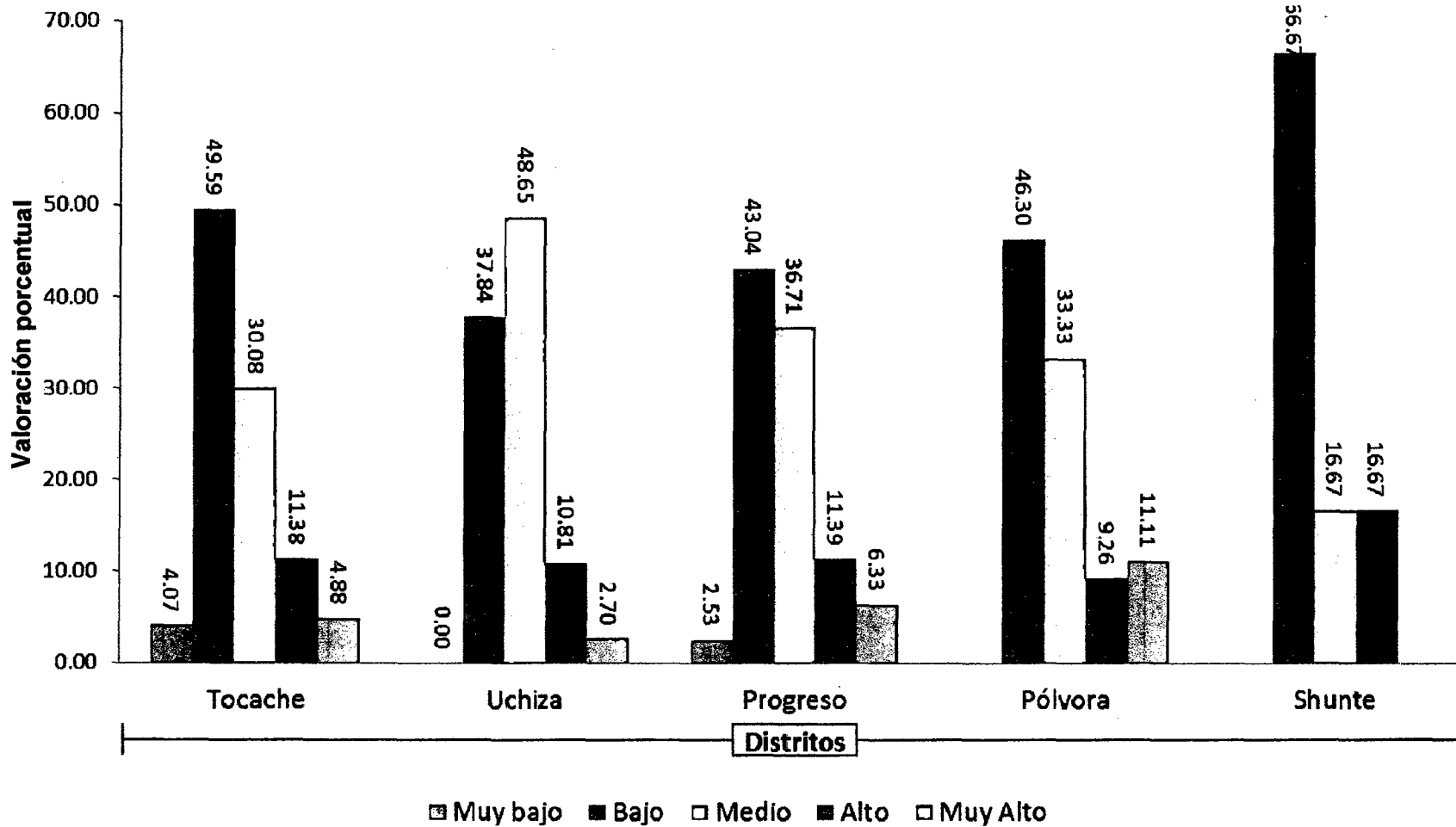


Figura 30. Resultados de K en ppm agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.

En el Cuadro 20, se puede observar los resultados de los rangos de CIC de las distintas muestras analizadas según sus distritos de procedencia, encontrándose que en todos los distritos se presenta un rango predominante, el medio (12-25 meq/100 g suelo). Analizando la Figura 32, se observa que el nivel de CIC que predomina en la provincia de Tocache, el nivel medio, supera con gran amplitud a todos los demás casos posibles. En general, todos los distritos presentan una gran predominancia de esta condición en sus suelos, en relación con las demás, lo cual permite pensar que la capacidad de intercambio catiónico posee un mediano potencial para responder satisfactoriamente ante la adición de enmiendas y fertilizantes, realizando el intercambio y reemplazo de los cationes en las micelas coloidales, removiéndose el aluminio e hidrógeno para reemplazarlos con calcio, magnesio, fósforo, potasio, etc., mas aprovechables por las plantas. Esta característica permite predecir que ante un manejo adecuado, los suelos en su mayoría, podrán proveer respuestas satisfactorias de rendimiento para los productores. Todos los demás niveles o rangos, se encuentran ubicados muy por debajo del rango "medio" y son escasamente representativos.

Cuadro 20. Resultados de CIC en meq/100 g suelo, agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache (Registro de datos INIA 2010).

Rango de CIC	Interpretación	Distritos				
		%				
		Tocache	Uchiza	Progreso	Pólvora	Shunté
< 6	Muy bajo	3.25	5.41	1.28	0.00	0.00
6 - 12	Bajo	18.70	29.73	2.56	20.37	33.33
12 - 25	Medio	73.17	54.05	75.64	72.22	50.00
25 - 40	Alto	4.07	8.11	19.23	7.41	16.67
> 40	Muy alto	0.81	2.70	1.28	0.00	0.00
%		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nº de muestras		123	37	79	54	6

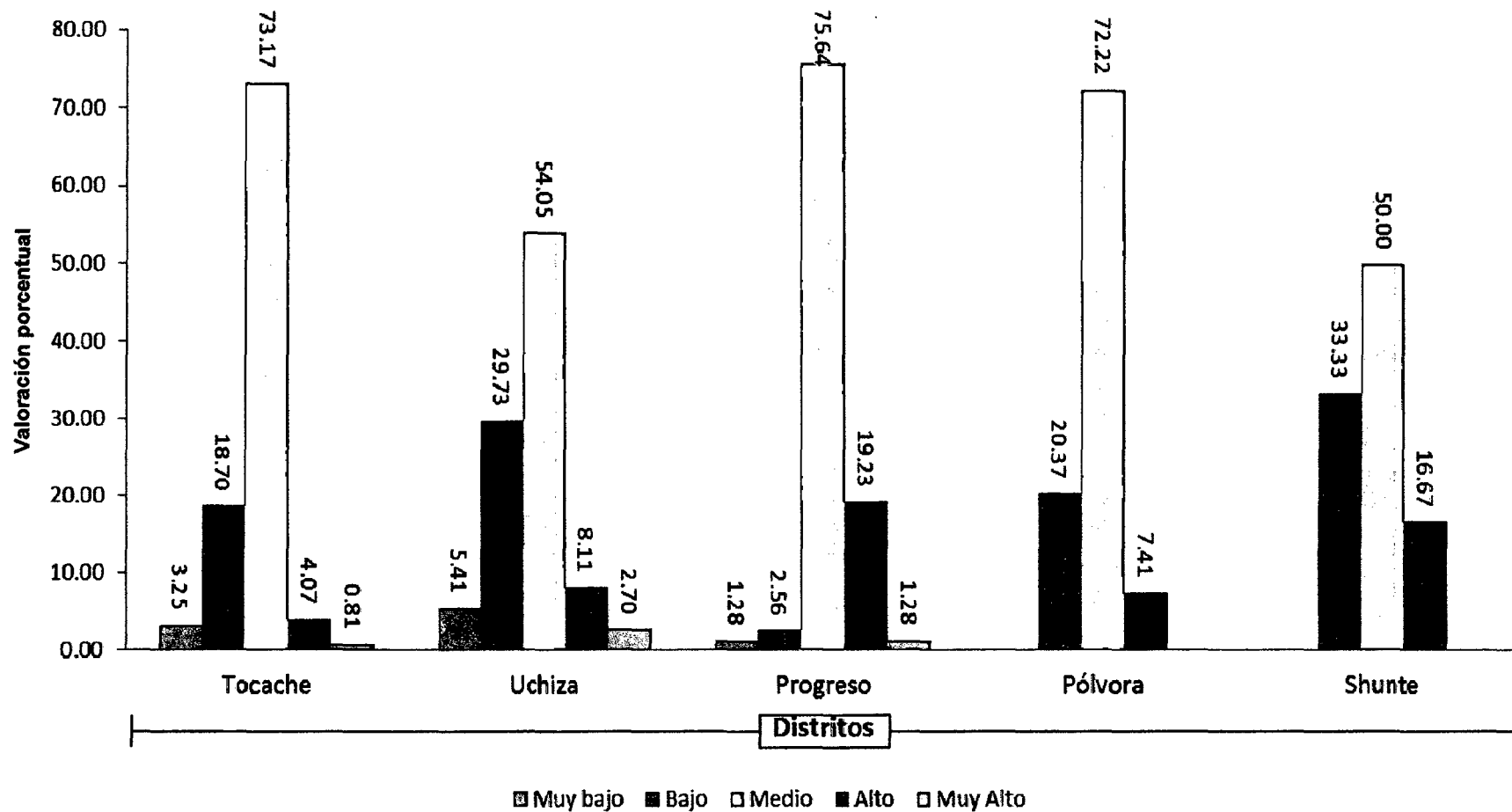


Figura 31. Resultados de CIC en meq/100 g de suelo agrupados en función a rangos para los distritos de la provincia de Tocache.

5.3. De los resultados analíticos de parámetros físicos (Estimación de textura según el método de Thein) según provincia y distritos

El kit de análisis de suelos SIW-1 de HACH provee un práctico método de estimación de la textura del suelo desarrollado en la Universidad de Wisconsin por el profesor Thein y sus colaboradores, el cual consiste en un método de determinación por tacto guiado por un protocolo específico, que permite reconocer proximalmente la clase textural al que pertenece una muestra de suelo. No brinda valores porcentuales para cada partícula.

En base a la aplicación de este método, se ha logrado establecer por aproximación los siguientes resultados para las muestras analizadas en la provincia de Tocache.

En el Cuadro 21, se tiene los resultados de número de muestras y su valorización porcentual según la clase textural, mostrando que es la textura Franco Arcillosa, la que predomina sobre las demás en el ámbito de la provincia de Tocache, le siguen la clase Franco Arenoso, Franco Arcillo Arenoso, Franco Arcillo Limoso, Arcilloso, Franco y Arcillo Limoso compartiendo valores, Arcillo Arenosa, Franco Limoso y finalmente Arenoso.

Cuadro 21. Resultados de textura, agrupados en función a clases para la provincia de Tocache (Registro de datos INIA 2010).

Clase textural	Nº de muestras	%
Arenoso	1	0.33
Arenoso Franco	0	0.00
Franco Arenoso	41	13.71
Franco	27	9.03
Franco Limoso	11	3.68
Limoso	0	0.00
Franco Arcilloso	74	24.75
Franco Arcillo Arenoso	37	12.37
Franco Arcillo Limoso	35	11.71
Arcillo Arenoso	13	4.35
Arcillo Limoso	27	9.03
Arcilloso	33	11.04
	299	100.00

En la Figura 32, se tiene los resultados de número de muestras y su valorización porcentual según la clase textural, en forma esquemática para facilitar la visualización de las diferencias entre ellas.

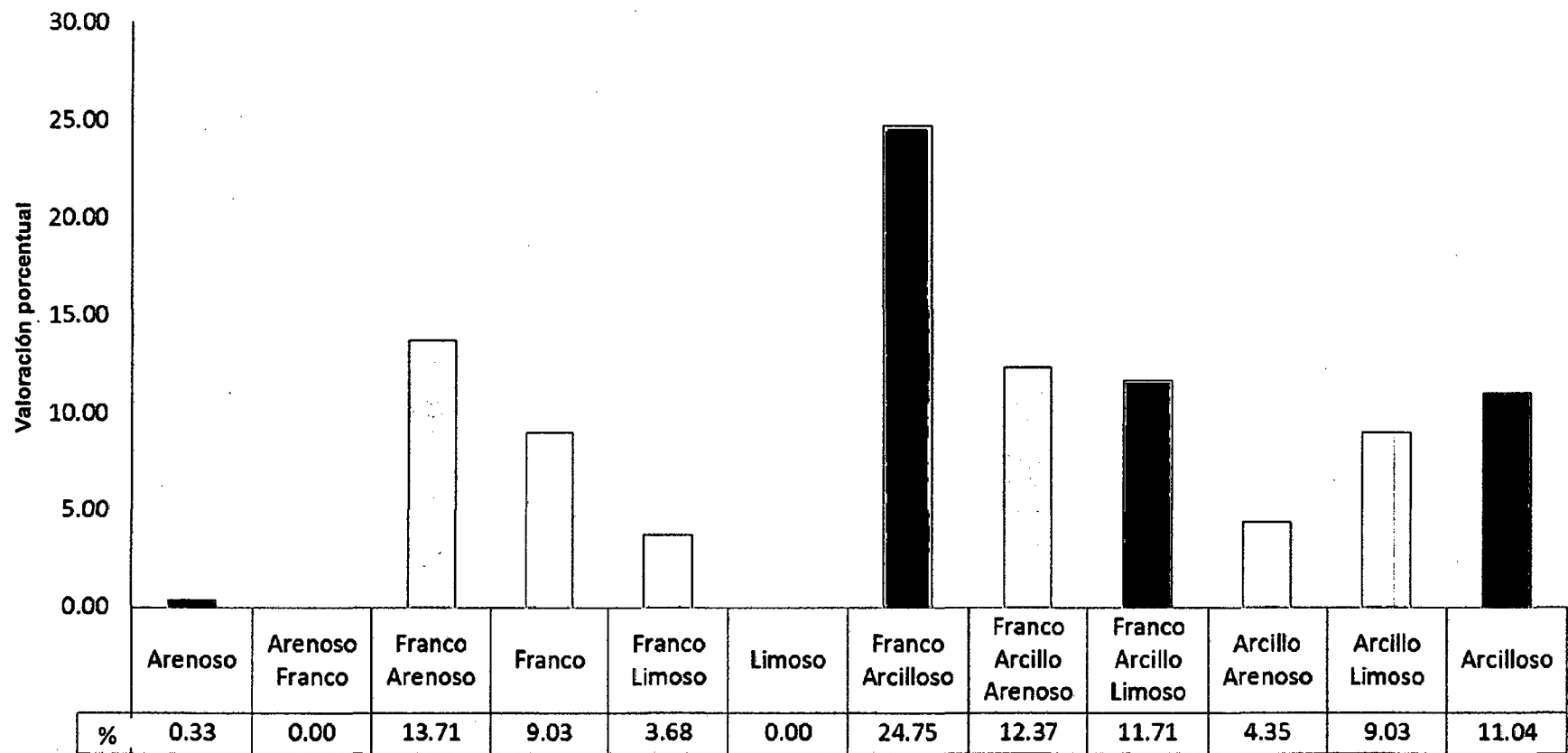


Figura 32. Distribución porcentual de clases texturales de las 299 muestras tomadas en la provincia de Tocache.

En el Cuadro 22, se observa la distribución de las muestras tomadas en la provincia de Tocache, agrupadas de acuerdo a denominación de textura USDA, nótese que la gran mayoría de ellas se encuentran dentro del tipo de textura moderadamente fina, la cual agrupa a las clases texturales Franco Arcilloso, Franco Arcillo Arenoso y Franco Arcillo Limoso, todas ellas con condiciones medias de porosidad, infiltración, densidad aparente, permeabilidad, entre otras, que les dan condiciones adecuadas para el cultivo de cacao.

Cuadro 22. Resultados de textura, agrupados en función a tipos USDA para la provincia de Tocache (Registro de datos INIA 2010).

Textura	Nº de muestras	%
Textura Gruesa	1	0.33
Textura Moderadamente Gruesa	41	13.71
Textura Media	38	12.71
Textura Moderadamente Fina	146	48.83
Textura Fina	73	24.41
	299	100.00

En la Figura 33, se tiene los resultados de número de muestras y su valorización porcentual según el tipo textural, en forma esquemática para facilitar la visualización de las diferencias entre ellas.

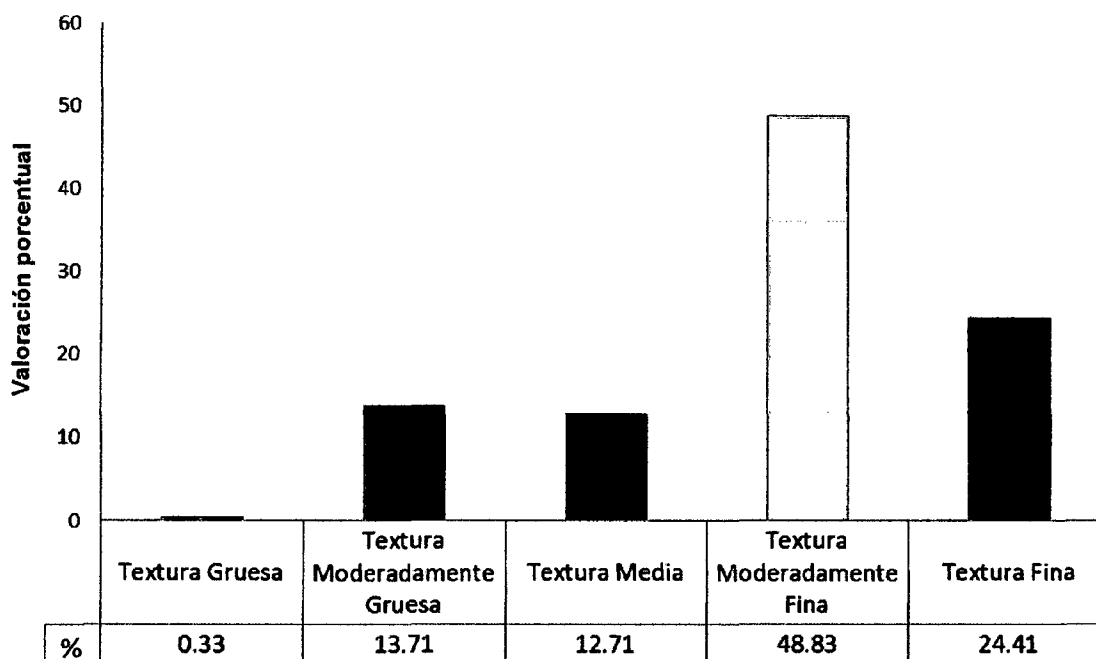


Figura 33. Distribución porcentual de tipos texturales de las 299 muestras tomadas en la provincia de Tocache

5.3.1. De los resultados de estimación de textura hallados en las muestras analizadas según distritos

En los Cuadros 23 y 24 se presenta información desagregada según distritos para las muestras analizadas en cuanto a la estimación de textura efectuada con los protocolos descritos en el kit SIW-1.

Cuadro 23. Clases y denominaciones texturales (USDA) para los suelos analizados en la provincia de Tocache, según número de muestras por distritos (Registro de datos INIA 2010).

Clase textural	Textura	Distritos				
		Tocache	Uchiza	Progreso	Pólvora	Shunté
Arenoso	Textura gruesa	0	1	0	0	0
Arenoso Franco		0	0	0	0	0
Franco Arenoso	Textura moderadamente gruesa	15	7	8	11	0
Franco		11	3	5	7	1
Franco Limoso	Textura media	5	0	6	0	0
Limoso		0	0	0	0	0
Franco Arcilloso	Textura moderadamente fina	38	6	15	13	2
Franco Arcillo Arenoso		7	5	14	11	0
Franco Arcillo Limoso		12	6	13	3	1
Arcillo Arenoso	Textura fina	4	2	5	2	0
Arcillo Limoso		8	4	8	6	1
Arcilloso		23	3	5	1	1
Total de muestras		123	37	79	54	6

Cuadro 24. Clases y denominaciones texturales (USDA) para los suelos analizados en la provincia de Tocache, según porcentajes alcanzados por distritos. (Registro de datos INIA 2010)

Clase textural	Textura	% por Distritos				
		Tocache	Uchiza	Progreso	Pólvora	Shunté
Arenoso	Textura gruesa	0.00	2.70	0.00	0.00	0.00
Arenoso Franco		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Franco Arenoso	Textura moderadamente gruesa	12.20	18.92	10.13	20.37	0.00
Franco	Textura media	8.94	8.11	6.33	12.96	16.67
Franco Limoso		4.07	0.00	7.59	0.00	0.00
Limoso		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Franco Arcilloso	Textura moderadamente fina	30.89	16.22	18.99	24.07	33.33
Franco Arcillo Arenoso		5.69	13.51	17.72	20.37	0.00
Franco Arcillo Limoso		9.76	16.22	16.46	5.56	16.67
Arcillo Arenoso	Textura fina	3.25	5.41	6.33	3.70	0.00
Arcillo Limoso		6.50	10.81	10.13	11.11	16.67
Arcilloso		18.70	8.11	6.33	1.85	16.67
Total %		100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

En la provincia de Tocache, la utilización del kit de análisis de suelos y aguas modelo SIW-1 de la compañía HACH, se aplicó dado su simplicidad, pero sobre todo la economía de tiempo de sus métodos, ya que el personal disponible para el manejo del mismo no estaba dedicado a este fin a tiempo completo, más bien era una actividad enmarcada dentro de sus actividades regulares de transferencia tecnológica, razón por la cual se entenderá la importancia de factor tiempo en su elección.

Los kits de análisis de suelos son equipos de uso simple, que nos ayudan a obtener información rápida, pero para posibilitar que los métodos estandarizados del kit puedan brindar información confiable de las muestras sometidas a estudio, es necesario realizar una previa calibración de los métodos, asimismo las tablas interpretativas deben ser revisadas y modificadas basándose en experiencias realizadas en la zona, pudiendo crearse de esta manera, tablas adecuadas a la realidad y comportamientos propios de los suelos de la región donde se ha de aplicar este instrumento.

Una de las principales características de los kits de análisis de suelos es que contienen los reactivos necesarios para las pruebas analíticas previamente pesados y envasados convenientemente, por lo cual no es necesario contar con equipos adicionales costosos, tales como balanzas analíticas o fotómetros, simplificando la tarea, toda vez que están calibrados para trabajar con sistemas volumétricos en su mayoría, por otro lado, los kits traen consigo todo el equipo necesario para ser autónomos en su utilización, portátiles en su totalidad, lo que permite poder desplazarlos sin mayores dificultades de un lugar a otro, por lo que resultan apropiados para actividades tales como, demostración de

métodos, transferencia de tecnología sobre parámetros de suelos, enseñanza en aulas de comunidades rurales, evaluaciones de campo, verificación de condiciones urgentes de atención en sitios problema, lo cual se deberá corroborar en lo posible con un análisis posterior en un laboratorio especializado.

El problema fundamental de evaluar nitratos es que éstos son muy variables en sus niveles, dependiendo de las condiciones generales de humedad y aireación del suelo, a la presencia de microorganismos que los emplean en sus procesos metabólicos, sobre todo en suelos amazónicos donde la precipitación es constante e intensa, razón por la cual tienden a ser subestimados por los métodos de muchos kits de suelos. Es por esta razón que se recomienda usualmente determinar el nitrógeno para suelos de selva, basados en los niveles de materia orgánica, que resulta ser una valoración más adecuada y realista en éstos suelos.

En la determinación de la CIC por este kit de suelos, se toma en consideración la suma de bases pero adicionalmente, su relación formular establece que $CIC (meq/100 g.) = K+Ca+Mg+Na+(SMP \text{ requerimiento de cal } \times 2)$, siendo este último una valoración de la acidez intercambiable.

Ahora bien, dependiendo de si esta valoración por medio del búfer SMP resulta aplicable a suelos amazónicos, será una valoración adecuada de la acidez cambiabile y por lo tanto, válida para ser utilizada en la determinación de la CIC efectiva, de lo contrario se estaría definiendo un valor de CIC equivocado y posiblemente sobreestimado para la condición real del suelo.

La aplicación del método de Thein o del tacto, requiere un entrenamiento previo, consistente en el reconocimiento en laboratorios donde exista muestras analizadas mecánicamente por métodos gravimétricos o de densidad, con los cuales el técnico pueda perfeccionar y reconocer adecuadamente las características palpables de las diferentes texturas en húmedo, contrastando éstas con la realidad de laboratorio, con lo cual estará más preparado para tener mayor certeza en muestras de campo. Cómo sea, el método del tacto es solamente proximal, por lo que sus resultados deben ser corroborarlos con los métodos tradicionales de laboratorio si se desea tener certeza de las condiciones texturales del suelo.

Por otro lado, existe un procedimiento analítico de este kit inaplicable para condiciones de selva, este es requerimiento de yeso agrícola, ante la ausencia de sodio cambiabile.

VI. CONCLUSIONES

1. Con referencia a los parámetros químicos analizados con el kit de suelos, se obtuvo en esencia lo siguiente. En cuanto a pH, predomina en los suelos analizados el nivel "ácido" (4.5 a 5.5). En lo referente a disponibilidad de nitrógeno, en los suelos analizados predomina el nivel "muy bajo" (menor de 0.05%). En el caso del fósforo, existe una dualidad en los niveles existentes en los suelos analizados, con predominio del nivel "bajo" (6-12 ppm) en los distritos de Tocache, Progreso y Pólvora, y del nivel "medio" (13 – 25 ppm), en Uchiza y Shunte. En lo referente al potasio, se presenta un caso muy similar al del fósforo, en el sentido que se tiene dos niveles predominantes. Por un lado, en los distritos de Tocache, Progreso, Pólvora y Shunté, predomina el nivel "bajo" (41-80 ppm), en tanto que en Uchiza, lo hace el nivel "medio" (81-120 ppm), pero no existe una gran separación entre ambos niveles. La Capacidad de Intercambio Catiónica, en su mayoría han arrojado como resultado un nivel de CIC "medio" (12-25 meq/100 g suelo), siendo esta predominancia muy elevada con respecto al resto de condiciones posibles.
2. Con referencia a los parámetros físicos analizados con el kit de suelos, se obtuvo en esencia lo siguiente. Los resultados proximales de textura obtenidos muestran mucha variabilidad entre distritos, predominando en la provincia de Tocache la clase franco arcillosa con 74 muestras de las 299 analizadas (24.75%). Los resultados predominantes según distritos son para Tocache textura franco arcillosa con 38 suelos de 123 (30.89%), Uchiza franco arenosa con 7 suelos de 37 (18.92%), Progreso franco

arcilloso 15 de 79 (18.99%), Pólvora 13 de 54 (24.07%) y Shunte 2 de 6 (33.33%).

3. Los resultados analíticos brindados por el kit de suelos no coinciden en todos los casos con los comúnmente entregados por muchos laboratorios del ámbito nacional, asimismo se observa severas inexactitudes entre los resultados del kit y los aspectos teóricos propios de los suelos amazónicos, reconocidos a través de numerosas experiencias de investigación previas, como es el caso de niveles de nitrógeno y CIC, dado que los suelos de selva poseen en general niveles medios de materia orgánica y predominan arcillas 1:1 como la caolinita, cuya característica fundamental es poseer una baja CIC. La fiabilidad aproximada de los resultados arrojados por la aplicación de este kit de análisis de suelos se establece en un 50% aproximadamente, con respecto a otras metodologías aplicadas comúnmente para el análisis de suelo.

VII. RECOMENDACIONES

Generales

Para el uso de este tipo de instrumentos, sus métodos deben ser previamente calibrados, comparando sus resultados con los obtenidos mediante análisis de rutina, estableciéndose niveles críticos comparativos para ajustar sus tablas interpretativas adecuadamente antes de su aplicación en campo, dependiendo de las características predominantes en las zonas de estudio.

Para los usuarios de los kits

Dado las limitaciones de los kits de análisis de suelos, es necesario sugerir a los agricultores, corroborar sus resultados mediante el envío de una muestra de sus suelos a laboratorios especializados. De esta manera se tendrá una mayor certeza en las determinaciones obtenidas.

Para el Gobierno Regional de San Martín

Ser responsables en referir las limitaciones inherentes a estos sistemas analíticos, para motivar a los usuarios a optar en el futuro un análisis de sus suelos en un laboratorio especializado.

Para el IESTP “Alto Huallaga” de Tocache

Utilizar los kits de análisis de suelos fundamentalmente para la formación de capacidades de los estudiantes de producción agropecuaria, más que para servicios tecnológicos, entrenando a sus docentes en su uso práctico,

reconociendo sus limitaciones, adaptando sus metodologías, adecuando sus tablas interpretativas y procurando implementar gradualmente su laboratorio con metodologías más apropiadas para el análisis de suelos.

Para el INIA - Estación Experimental Agraria El Porvenir

Continuar promoviendo la valorización, prueba y reconocimiento de las posibilidades de aplicación de nuevas tecnologías útiles en el campo, con responsabilidad de uso de equipos portátiles para análisis, dando a conocer las limitaciones, aplicabilidad y sin dejar de promover las tecnologías de análisis en laboratorios especializados.

Para los lectores de este trabajo

Reconocer las limitaciones de los kit de análisis de suelos y utilizar la información puesta a su disposición como informativa del reconocimiento de las características más saltantes de los suelos del ámbito de estudio aplicando determinado instrumento de análisis, cuyos resultados, solo pretenden informar la aplicabilidad o inaplicabilidad del kit de suelos.

VIII. RESUMEN

El Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA, invitado por el Gobierno Regional de San Martín, quien considera dentro de sus estrategias de política agraria la innovación tecnológica y la difusión de tecnologías como medios acertados de revertir la problemática agraria, asume el encargo de probar una alternativa viable para análisis de suelos a costos racionales (tomando en consideración la distancia de esta provincia a la capital regional y la economía limitada de los agricultores), por lo que se planifica realizar un diagnóstico orientativo de la situación de fertilidad de los suelos de la provincia de Tocache, decidiéndose intervenir en primera instancia en campos con cultivos de cacao, ante la solicitud reiterada de las organizaciones de productores dedicadas a esta actividad. De esta manera, tras el estudio de diversas opciones se decide adquirir el kit de análisis de agua y suelos modelo SIW-1 de la compañía HACH, el cual provee información rápida de parámetros de suelos para someterlo a prueba. Para su operatividad se tomó como socio estratégico al Instituto de Educación Superior Tecnológica Público Alto Huallaga de Tocache - IESTPHAT.

El kit de análisis de agua y suelos utilizado provee información de pH, N, P, K, Ca+Mg, Na, CIC, conductividad eléctrica, requerimiento de encalado, requerimiento de yeso agrícola, acidez intercambiable, entre los parámetros químicos y estimación textural como único parámetro físico, basado en métodos analíticos adaptados por la misma compañía. El kit provee reactivos suficientes para desarrollar el análisis a 300 muestras en todos los parámetros

indicados, lográndose analizar en la provincia de Tocache, un total de 299 muestras de suelos procedentes de los cinco distritos.

Con la aplicación del kit SIW-1, se encontró que los suelos analizados, dedicados al cultivo de cacao son desde el punto de vista de parámetros químicos, en su mayoría de pH ácido (4.5 – 5.5), con niveles de N-NO₃ muy bajos (menos de 0.05 %), niveles predominantes de fósforo (P-PO₄) entre bajo y medio (6-12 y 13-25 ppm), situación que se repite en el caso del potasio (41-80 y 81-120 ppm), capacidad de intercambio catiónico predominantemente de nivel medio (12-25 meq/100 g suelo). En cuanto a parámetros físicos, se encontró predominio de la textura franco arcilloso sobre otras clases texturales. Algunos resultados se hallaron contradictorios con las condiciones típicas de suelos amazónicos y otros son escasamente aplicables a fines prácticos por su alta variabilidad en el tiempo. Finalmente algunos parámetros no son siquiera aplicables a suelos amazónicos.

Esto pone en evidencia las limitaciones de aplicabilidad del kit de determinación utilizado para suelos amazónicos, por lo que sus resultados deben ser tomados como información referencial de las condiciones de los mismos, siendo recomendable la adaptación de metodologías y adecuación de tablas interpretativas antes de la aplicación de este instrumento a cualquier ámbito de estudio en selva, en lo sucesivo.

IX. BIBLIOGRAFÍA

1. BATES R. G. 1983. Determinación de pH. Ed. Wiley. New York. – EEUU.
Pp 20
2. BORNEMISZA, E. 1982. Introducción a la Química de Suelos. O.E.A.,
Washington. Pp. 34-44.
3. BOUL, S. HIA. F. MACRATE. 1985. Génesis y Clasificación de los Suelos,
México Trillas. Pp. 15, 18.
4. BUCKMAN, H.O y N.C. BRADY. 1977. Naturaleza y Propiedades de los
Suelos. Montaner y Simón, S.A., Barcelona. Pp. 65, 72, 75-112.
5. DOMÍNGUEZ, V.A. 1997. Tratado de Fertilización. 3^{ra}. Edición. Mundi
Prensa. Madrid. Pp. 35, 45, 51-55.
6. DURÁN, RETAMAL Y MORATIEN. 2000. La Conductividad Eléctrica al
servicio de la agricultura. Ed. Universidad Politécnica de Madrid.
Madrid, España. Pp. 13-15.
7. ETCHEVERS J. D. 1988. Análisis químico de suelos y plantas. Centro de
Edafología. Colegio de Posgraduados, Chapingo - México. Pp 16,
24, 55,
8. FAÑA, J.E. 2001. Metodologías para el análisis de fósforo y cationes.
Manuales de práctica. Consultado en:
<http://www.infoagro/fosforoensuelos/metodos-de-determinacion.htm>
9. FASSBENDER Y BORNEMISZA. 1977. Química de Suelos, con énfasis en
suelos de América Latina. IICA. 5^{ta}. Reimpresión. San José, Costa
Rica. Pp. 56.

10. FERNÁNDEZ, L. C.; ROJAS, N. G.; ROLDÁN, T. G.; RAMÍREZ, M. E.; ZEGARRA, H. G.; ÁVILA, R. J.; FLORES, D. Y ARCE, J. M. 2006. Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. Instituto Nacional de Ecología México DF, México. Pp. 87-89.
11. HACH. 1992. Siw-1 Soil Test Kit Manual. Hach Company, EEUU. Pp 2-3.
12. HACH. 2009. Reseña Histórica de la Compañía Hach. Consultado en: <http://www.hach-latinoamerica.com/hach.htm>.
13. IIAP-POA. 2006. Zonificación Ecológica y Económica de la Provincia de Tocache (ZEE). Convenio PRODATU-IIAP-MPT. Lima-Perú.144 p.
14. JACKSON, M. L. 1964. Análisis Químico de suelos. Editorial Omega. Barcelona España. Pp. 37,54-61.
15. LINARES, F. 1985. Determinación de nutrientes por métodos colorimétricos. Madrid, España. Pp. 69, 74, 51.
16. MAGRA G. Y AUSILIO A. 2004. Corrección de la acidez de los suelos. Facultad de ciencias agrarias. Universidad de Rosario. Buenos Aires, Argentina. Pp 13.
17. MANUAL PRACTICO DE FERTILIDAD. S.f. Práctica N° 2: Determinación de calcio y magnesio intercambiable del suelo. Consultado en: <http://www.fagro.edu.uy/~fertilidad/curso/docs/TomoPracticoFertilidad.pdf>.
18. NAVARRO, G. 2003. Química Agrícola: El suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal. Ediciones Mundi-Prensa. Segunda reimpresión. Madrid-España. Pp. 15, 25, 53.

19. ONERN. 1978. Guía de información Cartográfica y Recursos Naturales. Vol. 9 y 10. Lima, Perú.
20. SHOEMAKER, H.E., MC LEAN E.O., AND PRATT P.F. 1961. Buffer methods for determining lime requirement of soils with appreciable amounts of extractable aluminum. Soil Science Society American. Pp. 25-29.
21. TORRES D., M. 2013. Análisis de suelos: una herramienta clave para el diagnóstico de fertilidad de suelos y la fertilización de cultivos. Consultado en www.fertilizando.com (01 de mayo del 2013)
22. WILD, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Ed. Mundi –Prensa. Madrid, España. Pp: 71.
23. YURIVILCA M., C. 2003. Análisis de suelos, interpretación y recomendaciones. Guía Técnica N° 1. Unidad de Extensión, Facultad de Agronomía. Tingo María, Perú. Pp. 4.
24. IIAP. 2006. Zonificación Ecológica y Económica de la Provincia de Tocache. Ed. PRODATU. Iquitos, Perú. Pp. 46-67.

X. ANEXO

Cuadro 25. Agricultores atendidos en la provincia de Tocache

N°	Apellidos y Nombres del Productor	Localidad	Distrito
1	Abanto Lozano, Alex Misael	Molope	Progreso
2	Aburto Pimentel, Cristino	Las Palmas	Shunte
3	Acosta Pizango, Rosel	S. M. del Porvenir	Tocache
4	Acosta Pizango, Romelia	S. M. del Porvenir	Tocache
5	Acosta Ramírez, Alan	S. Juan de Cañutilla	Tocache
6	Acuña Flores, Juan G.	S. M. del Porvenir	Tocache
7	Agreda López, Ramón	Pólvora	Pólvora
8	Aguirre Novoa, Froilán	Alto Limón	Tocache
9	Agustín Solórzano	Ishanga	Tocache
10	Alarcón Núñez, Octavio	Las Palmeras	Progreso
11	Alarcón Terrones, Einer	San Pedro	Progreso
12	Alarcón Terrones, Elizabeth	Las Palmeras	Progreso
13	Alcacohua Ochante, David	Balsa Probana	Tocache
14	Alcántara Ochante, Edwin	Balsa Probana	Tocache
15	Aliaga Manuel, Javier	Bentenjebe	Tocache
16	Alva Cartagena, José	Balsa Probana	Tocache
17	Anampa, Bernardo	Tayshan	Progreso
18	Apagueño Ojanama, Bertha	Alto Colombia	Progreso
19	Arango Mendoza, José Miguel	Tayshan	Progreso
20	Baca Mego Esaú	Nuevo Casma	Pólvora
21	Baca Rivera, Andrea	S. Juan de Cañutilla	Tocache
22	Bardales Alcides, Natividad	Sitully	Progreso
23	Bardales Valles, David	Shishiyacu	Tocache
24	Bardales Valles, Tercero	Balsa Probana	Tocache
25	Barrios Jara, Antonio	Almendras	Tocache
26	Basilio Ildefonso, Alberto	Fray Martín	Uchiza
27	Bautista Cartagena, Juan	Balsa Probana	Tocache
28	Berrios Gabino, Manuel	Sitully	Progreso
29	Berrios Gabino, Honorato	Sitully	Progreso
30	Brandan Campos, Elvira	Chan Chan	Tocache
31	Caballero Flores, Antonio	Cedro	Pólvora
32	Calderón Zevallos, Celestino	Nuevo Belén	Shunte
33	Calero Abarca, César	Ishanga	Tocache
34	Cárdenas Fasabi, Zacarías	Almendras	Tocache
35	Cárdenas Valles, Reyneri	Fray Martín	Uchiza
36	Carlos Arteaga, Juan	S. Juan de Cañutilla	Tocache
37	Cartagena Macedo, Rosaura	Balsa Probana	Tocache
38	Cenízario Campos, Marcos	Bolívar	Pólvora
39	Cerón C., Diofanto	Balsa Probana	Tocache
40	Cóndor Ventocilla, Alejandra	San Juan Km 4	Uchiza
41	Córdova Berrospi, Aurelio	Santo Domingo	Uchiza
42	Córdova Cóndor, Juan David	Alto Uchiza	Progreso
43	Córdova Pílares, Juan	Santo Cristo	Tocache
44	Coronel Arteaga, Caledonio	Alto Limón	Tocache
45	Correa Suelperes, Albirio	Loboyacu	Uchiza
46	Cotrina Pisan, Adith	Alto Bambamarca	Tocache
47	Cruz Cruz, Olmer	S. Juan de Cañutilla	Tocache
48	Cruz Lusa, Arnaldo	Pampa Hermosa	Shunte
49	Cubas Cubas, Wilder Roberto	Balsayacu	Pólvora
50	Cubas Delgado, Margarita	Balsayacu	Pólvora
51	Cubas Yause, Julio	Buenos Aires	Progreso

52	Curi Venegas, Alberto	Ishanga	Tocache
53	Custodio Vega, Gabriel	Luis Salas	Progreso
54	Chuquillauri Espinoza, Nivardo	Sacha Cuy	Progreso
55	Chuquiyuri Chumbimuri, Félix	Molope	Progreso
56	Derby Herrera Sangama	Ishanga	Tocache
57	Díaz Córdova, Ángela	Iscote	Pólvora
58	Domínguez, Lucindo	Tayshan	Progreso
59	Doro Sarmiento, Eliseo	Pólvora	Pólvora
60	Espinoza Cordero, Pablo Yreneo	Pezo	Uchiza
61	Espinoza Flores, Geremias	Fray Martín	Progreso
62	Espinoza Piñan, Abilio	Valle Shunte	Uchiza
63	Estela Acuña, Jorge	Almendras	Tocache
64	Falcón Rivera, Estelita	Molope	Progreso
65	Farsaque Labán, Francisco	Balsayacu	Pólvora
66	Fasabi Tuanama, Esanel	Manteca	Progreso
67	Fasanando Flores, Wilmer	Sitully	Progreso
68	Fasanando Flores, Eynara	Sitully	Progreso
69	Fernández Castillejo, Aformo	Villa Los Ángeles	Uchiza
70	Flores Alvarado, Demetrio	Bajo Limón	Tocache
71	Flores De Silvera, Lucia	Santa Cruz	Progreso
72	Flores Hernández, Zonia	Tiesto	Tocache
73	Flores Rojas, Abadias	Almendras	Tocache
74	Flores Salcedo, Mario Lucio	Guantánamo	Tocache
75	Flores Vigo, Antonio	Almendras	Tocache
76	Fundo El Edén – CAT	Almendras	Tocache
77	Gacha Caushi, Narciso	Shapaja	Uchiza
78	Garay Sopan, Claudio	Bolívar	Pólvora
79	Gonzales Cruz, Eleuterio	Perlamayo	Progreso
80	Gonzales Pinedo, Aurora	Santa Cruz	Progreso
81	Gómez C., Marino	Tayshan	Progreso
82	Gómez Padilla, Ceferino	Bentenjebe	Tocache
83	Gómez Portales, Eulogio	Balsa Provana	Tocache
84	Gómez Rengifo, Horacio	Almendras	Tocache
85	Gómez Sangama, Liralith	Almendras	Tocache
86	Goñe Cajas, Cirilo	Fray Martín	Progreso
87	Grandes Aguilar, Carlos	Almendras	Tocache
88	Grandez Montejo, David	Almendras	Tocache
89	Guizábal Capa, Nicéforo	Nuevo Horizonte	Pólvora
90	Gutiérrez Quispe, Julio	Shapaja	Uchiza
91	Hernán Pérez Pérez	Huayranga	Tocache
92	Herrera Martínez, Francisco	Naranjal	Tocache
93	Herrera Sopan, Lithsayde	Naranjal	Tocache
94	Herrera Sopan, Lorenzo	Naranjal	Tocache
95	Herrera Sopan, Rosa	Naranjal	Tocache
96	Hizo Huerta, Marino Martín	Huascayaquillo	Pólvora
97	Horna Sopán, Bruno	Naranjal	Tocache
98	Huansi Araujo, Eisler	Cahuide	Progreso
99	Huánuco Rojas, Hermelinda	Molope	Progreso
100	Huamán Argomedo, Dionicio	Huayranga	Tocache
101	Huaranca Antonio, Salomón	Shapaja	Uchiza
102	Iparraguirre Huanca, Zenón	Ramal de C.	Tocache
103	Isuiza Amasifuen, Ludvin	Huayranga	Tocache
104	Isuiza Tapullima, Marcelina	Cerro Porteño	Tocache
105	Isuiza Tuanama, Miguel	Huayranga	Tocache
106	Jaime Caqui, Germán	Shapaja	Uchiza
107	Jara Izquierdo, Martha	Porongo	Uchiza
108	Javier Aliaga Manuel	Bentenjebe	Tocache
109	Javier Tuanama, Miguel	Huayranga	Tocache

110	Jiménez Córdova, Otoniel	Pólvora	Pólvora
111	Julca Rivera, María Isabel	Chan Chan	Tocache
112	Lecca Flores, Elzaber	Unión Alegre	Tocache
113	Lecca Zegarra, David	S. Juan de Cañutilla	Tocache
114	Leonardo Vela, Zacarías	Alto Filadelfia	Tocache
115	Limas Espinoza, Veraluz	Bajo Porongo	Uchiza
116	López Galindo, Gilmer	S. Juan de Cañutilla	Tocache
117	Macarlupu Chávez, Marco Antonio	Sitully	Progreso
118	Macedo Pinchi, Jorge	Nueva Unión	Uchiza
119	Macedo Tapullima, Greta Luz	Fray Martín	Progreso
120	Marín Tuanama, Magali	San Jacinto	Progreso
121	Mariños Lecca, Claudio	Paraíso	Progreso
122	Marreros U., Serapio	Tayshan	Progreso
123	Martel Bravo, Fermín	Santa Cruz	Progreso
124	Martínez Margarín, Senaida	Unión Alegre	Tocache
125	Matos Gómez, Eladio	Iscote	Pólvora
126	Medina Zerpa, Leoncio	Tayshan	Progreso
127	Mejía Salazar, Olga	Balsayacu	Pólvora
128	Mendo Huamán, Maximiliano	Rivera Río Tocache	Tocache
129	Mendoza Coronel, Víctor	Shapaja	Uchiza
130	Mera Torres, Ramiro	Tayshan	Progreso
131	Mina Castro, Mauro	Pólvora	Pólvora
132	Miranda Salazar, Humberto	Nuevo Casma	Pólvora
133	Montejo Mozombite, Gledys	Almendras	Tocache
134	Montero Cartagena, Alipio	Almendras	Tocache
135	Morillo Peña, Josefina	Tocache Viejo	Tocache
136	Mudarra Rodríguez, Catalina	Culebra	Tocache
137	Navarro Lama, Crilicio	Molope	Progreso
138	Nemia De La Cruz, Romaldo	Puerto Rico	Pólvora
139	Núñez Frías, Reynerio	Shapaja	Uchiza
140	Núñez Pérez, Román	Shapaja	Uchiza
141	Obregón Sayago, Antolín	Shapaja	Uchiza
142	Ojeda Bardales, Clayro	Pucayacu	Tocache
143	Ojeda Salinas, Segundo	Cruz Pampa	Uchiza
144	Oliva Serrán, Mercedes	Villa Los Ángeles	Pólvora
145	Olortegui Príncipe, Lucinda	Bentenjebe	Tocache
146	Ordoñez Guerrero, Flavio	Balsayacu	Pólvora
147	Ortiz Ríos, Andrés	Santa Cruz	Progreso
148	Pareja Sánchez, María Elizabeth	Molope-La Morada	Progreso
149	Panduro Miraval, Clever	Fray Martín	Uchiza
150	Paredes R., Edgardo	Santa Cruz	Progreso
151	Pereyra Teagua, Eliseo	Alto Progreso	Progreso
152	Pérez Quiroz, Víctor M.	Tocache viejo	Tocache
153	Pérez Saldaña, Ana	S. Juan de Cañutilla	Tocache
154	Pinedo Cruz, Santos	Nuevo Horizonte	Pólvora
155	Pinedo Eustaqui, Rolando	Santa Cruz	Progreso
156	Pintado Bermeo, Oscar	Pólvora	Pólvora
157	Pintado Ramírez, César Augusto	Pólvora - Playa 2	Pólvora
158	Pisco Murillo, Francisco	Naranjal	Tocache
159	Pisco Rojas, Luis Alberto	Alto Limón	Tocache
160	Pisco Vela, Hipólito	La Loma	Pólvora
161	Pizango Picón, Marino	S. M. del Porvenir	Tocache
162	Poma López, Félix	Villapalma	Tocache
163	Ponce Ponce, Neiser	Iscote	Pólvora
164	Ponte Acosta, Lucio	Nuevo Horizonte	Pólvora
165	Ponte Valdez, Martina	Chan Chan	Tocache
166	Poscasio Rodríguez, María	Buenos Aires	Uchiza
167	Quezada Morales, Mariflor	La Florida	Pólvora

168	Quinchuya Izquierdo, Domingo	Shapaja	Uchiza
169	Quinchuya Izquierdo, Elmer	Shapaja	Uchiza
170	Quispe Cruz, Mauro	La Florida	Pólvora
171	Quispe Guerra, Iris	Guantánamo	Progreso
172	Quispe Manuelo, Paulino	Cepesa	Pólvora
173	Quispe Rojas, Francisco	Almendras	Tocache
174	Ramos Vega, Lorenzo	Santa Cruz	Progreso
175	Reátegui Cueva, Roberto	Madre Mía	Progreso
176	Ríos Calderón, Lidia	J. Carlos Mariátegui	Pólvora
177	Ríos Ríos, Elena	Puerto Rico	Pólvora
178	Rivera G., Julio	Santa Cruz	Progreso
179	Rocha Trujillo, Javier T.	Sitully	Progreso
180	Rodríguez, Deyvis	Balsa Provana	Tocache
181	Rojas Berru, José Elías	Balsayacu	Pólvora
182	Rojas Berru, Wilmer	Balsayacu	Pólvora
183	Rojas Guerrero, Altamira	Miraflores	Pólvora
184	Rojas Guerrero, Heriberto	La Loma-Miraflores	Pólvora
185	Rojas Jara, Edinson Gastón	S. M. del Porvenir	Tocache
186	Rojas Lozano, Víctor	Tayshan	Progreso
187	Rojas Ruiz, Rosas	Balsayacu	Pólvora
188	Rojas Salinas, Alejandro	Tayshan	Progreso
189	Rojas Tacuche, Cirilo	Molope	Progreso
190	Rojas Trujillo, Jolo	S. M. del Porvenir	Tocache
191	Romero Mendoza, Danila	Shapaja	Uchiza
192	Romero Romero, Aurelio	San Pedro	Progreso
193	Rosas Pimentel, Enrique	S. Juan de Cañutilla	Tocache
194	Rubina Rojas, Teodoro	San Francisco	Shunte
195	Ruiz Araujo, Anita	S. Juan de Cañutilla	Tocache
196	Salas Tuanama, Estester	Tayshan	Progreso
197	Salicio Ríos, Ananías	Cajatambo	Uchiza
198	Sánchez De Pareja, Sara	Molope-La Morada	Progreso
199	Sánchez Ríos, Freyder	Pucayacu	Tocache
200	Sángama A., Mauro	Tayshan	Progreso
201	Sangama Fasabi, Rolando	La Loma	Pólvora
202	Santillán Fernández, Roger	San Juan de Ollates	Uchiza
203	Sayán Rojas, Irma	Shapaja	Uchiza
204	Sebastián Encarnación, Lorenza	Shunte	Shunte
205	Sembrera Manchay, Mauro	Balsayacu	Pólvora
206	Sicuestre Durand, Nicanor	Shapaja	Uchiza
207	Silva Acosta, Roger	J. Carlos Mariátegui	Uchiza
208	Silvera Flores, Beden	Santa Cruz	Progreso
209	Sobrado M., Artemio	Puerto Rico	Pólvora
210	Soplin Pérez, Yldaura	Huayranga	Tocache
211	Suarez Fernández, Benigno	S. Juan de Cañutilla	Tocache
212	Sullón Ipanaque, Pedro	Nueva Unión	Progreso
213	Tafur Álamo, Vicenta	Muyuna	Progreso
214	Tafur Yparraguirre, José E.	Pucayacu	Tocache
215	Tapullima Sangama, Maximiliano	Cepesa	Pólvora
216	Tapullima Shapiama, Eduer	Cepesa	Pólvora
217	Tarazona Arteta, Félix	Alto Madre Mía	Progreso
218	Tello Tuanama, Watson	Santa Cruz	Progreso
219	Tomaylla Malqui, Santos	Sitully	Progreso
220	Trujillo Acuña, Ángela	S. Juan de Cañutilla	Tocache
221	Trujillo Carranza, Natalia	Chan Chan	Tocache
222	Trujillo Zegarra, Vicente	Tayshan	Progreso
223	Tumbay Casaleón, Eudocio	Molope	Progreso
224	Valencia Evangelista, Geiner	Tiesto	Tocache
225	Valenzuela Palomino, Alejandro	Molope	Progreso

226	Valera Rojas, Meyber	Ishanga	Tocache
227	Vargas Solsol, Nith	Nueva Unión	Uchiza
228	Vásquez Godea, Gregorio	Molope	Progreso
229	Vásquez Lino, Sergio Marino	Molope	Progreso
230	Vásquez Villar, Magda	Nuevo Chilia	Pólvora
231	Vega Mendoza, Magno	Shapaja	Uchiza
232	Venny Eber López	Huayranga	Tocache
233	Ventura Flores, Felipe	Balsayacu	Pólvora
234	Vidal Aguirre, Walter	Montecristo	Shunte
235	William Maldonado, Heider	Balsayacu	Pólvora
236	Ysminio Rodríguez, Loycith	Nuevo Horizonte	Pólvora
237	Yupanqui G., Aquilino	Tayshan	Progreso
238	Zavaleta Hurtado, Carcino	Shapaja	Uchiza
239	Zegarra Campomanes, César	Balsayacu	Pólvora

Cuadro 26. Resultados analíticos de las muestras de suelos atendidas en la provincia de Tocache según su distrito de origen

Código de la Muestra			CATIONES CAMBIABLES															
N°	Laboratorio	Campo	pH	C.E. dS/m	CaCO ₃ %	Req Enc. TM/Ha	N (Kg/Ha)	P (ppm)	K (Kg/Ha)	CLASE TEXTURAL	CIC Meq/100 g.	Ca + Mg K ⁺ Na Al + H				Req Yeso (TM/Ha)	Suma de Bases	% Sat. de Bases
												meq/100 g.						
TOCACHE																		
01	MS0001-10-09	M1	4.3	0.12	--	3.4	64.6	21.45	178	Franco Limoso	14	7	0.2	0	2	NR	7.2	51.42
02	MS0002-10-09	M2	4.4	0.06	--	5.1	76.7	9.9	194	Franco Arcilloso	15.94	5.5	0.24	0	1.6	NR	5.74	36.01
03	MS0003-10-09	M1	4.1	0.09	--	3.4	32.3	9.9	194	Franco	7.54	0.5	0.24	0	2.9	NR	0.74	9.8
04	MS0004-10-09	M1	4.7	0.07	--	2.7	48.45	11.55	178	Franco Arenoso	6.6	1	0.2	0	1	NR	1.2	18.18
05	MS0005-10-09	M1	4.6	0.06	--	5.1	40.37	8.25	225	Arcilloso	11.96	1.5	0.26	0	1.4	NR	1.76	14.71
06	MS0006-10-09	M1	4.2	0.045	--	7.5	52.49	4.95	225	Franco	18.76	3.5	0.26	0	3.1	NR	3.76	20.04
07	MS0007-10-09	M2	3.8	0.05	--	6.7	64.6	6.6	210	Arcillo Arenoso	15.64	2	0.24	0	3.3	NR	2.24	14.32
08	MS0008-10-09	M1	4.4	0.04	--	5.1	44.41	6.6	225	Franco Arc. Lim.	12.96	2.5	0.26	0	2.4	NR	2.76	21.29
09	MS0009-10-09	M1	4.5	0.04	--	5.7	48.45	6.6	178	Franco Limoso	15.6	4	0.2	0	1.8	NR	4.2	26.92
10	MS0010-10-09	M2	4.6	0.06	--	5.1	44.42	6.6	164	Franco Limoso	14.38	4	0.18	0	2.2	NR	4.18	29.07
11	MS0011-10-09	M1	4.4	0.02	--	6.7	17.6	138.6	178	Franco Arenoso	14.6	1	0.2	0	2.9	NR	1.2	8.22
12	MS0012-10-09	M3	4.3	0.035	--	5.7	44.41	18.15	164	Franco Arenoso	13.58	2	0.18	0	2.4	NR	2.18	16.05
13	MS0025-05-10	M1	4.8	0.01	--	8.4	6.65	19.8	148	Franco Arc. Lim.	21.05	8.5	0.16	0	0.6	NR	8.66	41.14
14	MS0026-05-10	M1	4.7	0.02	--	8.4	13.3	11.55	117	Arcillo Arenoso	15.02	2.5	0.12	0	1.6	NR	2.62	17.23
15	MS0027-05-10	M1	4.8	0.01	--	6.8	10.64	13.2	152	Franco Arcilloso	20.26	7.5	0.16	0	0.3	NR	7.66	37.8
16	MS0028-05-10	M1	4.8	0.01	--	5.4	10.76	8.25	132	Arcillo Limoso	20.94	8	0.14	0	0.4	NR	8.14	38.87
17	MS0029-05-10	M1	5.0	0	--	0.2	13.5	12.38	86	Franco Arc. Lim.	19.68	6	0.08	0	0.3	NR	6.08	30.89
18	MS0030-05-10	M1	5.0	0.02	--	10.2	13.1	6.6	70	Franco	14.76	2.5	0.06	0	3.1	NR	2.56	17.34
19	MS0031-05-10	M1	3.7	0	--	6.8	15.96	11.55	179	Franco Arc. Ao	16.8	4	0.2	0	1	NR	4.2	25
20	MS0032-05-10	M1	4.1	0	--	5.4	17.2	8.25	148	Franco Arcilloso	16.46	3.5	0.16	0	1.6	NR	3.66	22.23
21	MS0033-05-10	M1	4.1	0.01	--	8.4	15.82	13.2	132	Franco Arc. Ao	16.54	4	0.14	0	1.6	NR	4.14	25.03
22	MS0034-05-10	M1	4.3	0	--	1.4	13.33	9.9	148	Arcilloso	20.06	6.5	0.16	0	1.2	NR	6.66	33.2
23	MS0035-05-10	M1	5.6	0	--	6.8	5.32	6.6	117	Arcillo Limoso	19.22	6.5	0.12	0	0.8	NR	6.62	34.44
24	MS0036-05-10	M1	4.7	0	--	8.4	11.97	8.25	148.2	Arcilloso	15.56	3	0.16	0	1	NR	3.16	20.3
25	MS0037-05-10	M1	5.0	0	--	10.2	6.65	9.9	101	Arcilloso	19.3	7	0.1	0	0.7	NR	7.1	36.78

26	MS0038-05-10	M2	4.2	0	--	15	15.94	11.55	132	Franco Arc. Ao	15.24	3.5	0.14	0	3.1	NR	3.64	23.88
27	MS0039-05-10	M1	4.8	0.01	--	8.4	13.57	13.2	156.5	Arcillo Limoso	17.05	4.5	0.15	0	0.6	NR	4.65	27.27
28	MS0040-05-10	M2	4.4	0.04	--	6.8	15.89	9.9	132.5	Arcillo Arenoso	16.24	3.5	0.14	0	1.3	NR	3.64	22.41
29	MS0041-05-10	M3	4.8	0	--	5.4	27.93	13.2	132.1	Franco Arcilloso	20.44	7.5	0.14	0	0.5	NR	7.64	37.37
30	MS0042-05-10	M4	5.1	0	--	3.8	18.62	9.9	148.2	Franco Arc. Ao	19.66	6.5	0.16	0	0.4	NR	6.66	33.88
31	MS0043-05-10	M1	7.5	0	No Calc.	NR	10.11	6.6	101	Arcillo Limoso	21.8	21.5	0.1	0	0.2	NR	21.6	99.08
32	MS0044-05-10	M1	3.6	0	--	18.2	29.26	11.55	119	Arcilloso	13.82	2.5	0.12	0	2.1	NR	2.62	18.95
33	MS0045-05-10	M1	4.1	0.02	--	11.4	17.29	21.45	135	Arcilloso	14.14	2	0.14	0	2.2	NR	2.14	15.13
34	MS0046-05-10	M1	7.8	0.015	No Calc.	NR	23.94	16.5	167.3	Arcillo Limoso	21.2	21	0.19	0	0.1	NR	21.19	99.95
35	MS0047-05-10	M1	5.4	0.07	--	1.4	33.25	13.2	117.2	Franco Arc. Lim.	17.2	3.5	0.12	0	0.3	NR	3.62	21.04
36	MS0048-05-10	M1	5.4	0.03	--	2.4	11.97	31.35	102.5	Franco Arenoso	17.3	4	0.1	0	0.4	NR	4.1	23.69
37	MS0050-05-10	M1	4.5	0.1	--	8.4	29.26	16.5	181.2	Arcillo Limoso	16.11	3.5	0.21	0	1.3	NR	3.71	23.02
38	MS0053-05-10	M1	5.2	0.08	--	2.4	15.93	13.2	132.5	Franco Arcilloso	19.84	6.5	0.14	0	0.3	NR	6.64	33.46
39	MS0056-05-10	M1	6.5	0	--	0.2	19.95	74.25	131.5	Franco Arc. Ao	19.74	6	0.14	0	0.2	NR	6.14	31.1
40	MS0060-05-10	M1	4.3	0.01	--	8.4	29.22	13.2	132.2	Arcillo Arenoso	16.02	3.5	0.12	0	1.6	NR	3.62	22.59
41	MS0061-05-10	M1	5.1	0.01	--	3.8	11.97	9.9	71.5	Franco Arcilloso	15.56	2.5	0.06	0	0.8	NR	2.56	16.45
42	MS0062-05-10	M1	3.7	0	--	29.4	23.94	8.25	70.2	Arcillo Limoso	10.86	1	0.06	0	4.1	NR	1.06	9.76
43	MS0065-05-10	M1	5.2	0.23	--	5.4	22.61	16.17	240	Franco Arcilloso	19.58	6.5	0.28	0	0.2	NR	6.78	34.62
44	MS0066-05-10	M1	5.0	0.09	--	6.8	35.91	10.1	319	Franco Arcilloso	17.47	4.5	0.37	0	0.4	NR	4.87	27.87
45	MS0067-05-10	M1	4.9	0.1	--	10.2	27.13	8.3	265	Arcilloso	16	3.5	0.3	0	0.5	NR	3.8	23.75
46	MS0068-05-10	M1	4.8	0.08	--	2.4	23.94	6.7	116.5	Arcilloso	16.92	3.6	0.12	0	0.2	NR	3.72	21.98
47	MS0069-05-10	M1	5.1	0.08	--	2.4	26.06	19.8	221	Arcilloso	20.95	7.5	0.26	0	0.5	NR	7.76	37.04
48	MS0070-05-10	M1	4.9	0.08	--	6.8	34.58	11.6	149.2	Arcillo Limoso	16.76	4	0.16	0	0.5	NR	4.16	24.82
49	MS0071-05-10	M1	5.2	0.11	--	1.4	29.26	19.9	272	Franco Arcilloso	18.22	4.5	0.32	0	0.2	NR	4.82	26.45
50	MS0094-05-10	M1	5.1	0.06	--	1.4	15.96	16.5	100.2	Franco Arc. Lim.	21.5	8	0.1	0	0.2	NR	8.1	37.67
51	MS0095-05-10	M2	7.3	0.18	No Calc.	NR	50.54	85.8	588	Franco	15.75	15	0.75	0	0	NR	15.75	100
52	MS00109-05-10	M1	4.7	0.2	--	5.4	50.54	16.4	149.5	Franco Arcilloso	15.48	4.5	0.16	0	1.2	NR	4.66	30.1
53	MS00110-05-10	M1	4.1	0.16	--	11.4	46.45	16.6	148.4	Franco Arc. Lim.	23.96	1	0.16	0	3.4	NR	1.16	4.84
54	MS00115-05-10	M1	4.4	0.1	--	8.4	26.6	11.56	149.5	Franco Limoso	17.46	0.5	0.16	0	2	NR	0.66	3.78
55	MS00142-05-10	M2	4.4	0.44	--	11.4	109.06	6.65	118.2	Franco Arcilloso	27.4	4.5	0.1	0	0.8	NR	4.6	16.78
56	MS00143-05-10	M3	4.8	0.13	--	8.4	39.9	6.67	71.5	Franco	19.86	3	0.06	0	0.9	NR	3.06	15.41
57	MS00147-05-10	M1	8.2	0.16	Fte Calc.	NR	15.96	9.91	179.2	Franco Arcilloso	25.2	25	0.2	0	0	NR	25.2	100
58	MS00159-05-10	M1	6.8	0.19	--	0.2	6.65	16.55	163.5	Franco	10.58	10	0.18	0	0.2	NR	10.18	96.22
59	MS00160-06-10	M1	4.3	0.06	--	1.4	18.62	7.26	205	Arcilloso	3.53	0.5	0.23	0	2.2	NR	0.73	20.68
60	MS00165-05-10	M1	4.4	0.1	--	13.4	18.63	8.25	167.5	Arcilloso	28.49	1.5	0.19	0	3.6	NR	1.69	5.93
61	MS00168-05-10	M1	4.9	0.08	--	3.8	17.29	6.61	131.8	Franco Arcilloso	12.24	4.5	0.14	0	1.6	NR	4.64	37.9
62	MS00169-05-10	M1	5.0	0.12	--	3.8	9.31	14.85	194.2	Arcilloso	10.32	2.5	0.22	0	1.9	NR	2.72	26.35
63	MS00170-05-10	M1	5.0	0.43	--	2.4	66.5	6.63	210	Franco Arcilloso	12.04	7	0.24	0	0.5	NR	7.24	60.13

64	MS00171-05-10	M2	5.4	0.16	--	1.4	19.95	9.9	132.1	Arcilloso	7.94	5	0.14	0	0.5	NR	5.14	64.74
65	MS00174-05-10	M1	5.0	0.15	--	5.4	11.97	6.62	168.5	Arcilloso	14.47	3.5	0.17	0	1.2	NR	3.67	25.36
66	MS00179-05-10	M3	4.8	0.17	--	6.8	18.62	3.33	148.3	Franco	15.76	2	0.16	0	1.2	NR	2.16	13.68
67	MS00180-05-10	M2	5.0	0.08	--	3.8	14.63	8.25	163.5	Franco Arc. Lim.	10.78	3	0.18	0	0.6	NR	3.18	29.49
68	MS00182-05-10	M2	5.2	0.09	--	3.8	10.1	9.91	163.1	Arcilloso	14.28	6.5	0.18	0	0.4	NR	6.68	46.77
69	MS00183-05-10	M1	5.4	0.08	--	0.2	11.97	6.61	148.8	Franco Arc. Ao	5.06	4.5	0.16	0	0.4	NR	4.66	92.09
70	MS00184-05-10	M2	4.6	0.11	--	6.8	23.95	16.5	117.2	Franco Arcilloso	15.22	1.5	0.12	0	1.8	NR	1.62	10.64
71	MS00185-05-10	M1	4.6	0.22	--	2.4	61.18	6.62	101.5	Franco Arc. Ao	7.9	3	0.1	0	1	NR	3.1	39.24
72	MS00187-05-10	M2	5.1	0.2	--	2.4	66.5	3.35	179.5	Franco Arcilloso	11	6	0.2	0	0.2	NR	6.2	56.36
73	MS00188-05-10	M2	7.6	0.35	No Calc.	NR	50.54	3.32	656.2	Franco	5.75	5	0.75	0	0	NR	5.75	100
74	MS00198-09-10	M1	6.6	0.05	--	7.2	23.94	3.3	276.5	Franco Limoso	23.76	9	0.35	0	0.7	NR	9.35	39.35
75	MS00202-09-10	M1	4.5	0.2	--	11.4	31.92	6.5	241.5	Arcilloso	29.08	6	0.28	0	4	NR	6.28	21.59
76	MS00204-09-10	M1	5.2	0.06	--	4.6	13.58	3.3	355.5	Franco Arcilloso	15.11	5.5	0.41	0	0.9	NR	5.91	39.11
77	MS00205-09-10	M1	5.1	0.09	--	3.2	29.26	4.9	263.2	Franco Arcilloso	13.7	7	0.3	0	0.35	NR	7.3	53.28
78	MS00206-09-10	M1	4.7	0.12	--	7.2	22.61	6.5	355.4	Franco Arcilloso	20.81	6	0.41	0	1.1	NR	6.41	30.8
79	MS00207-09-10	M1	4.8	0.21	--	3.1	39.9	3.2	263.5	Franco Arcilloso	10	3.5	0.3	0	2.2	NR	3.8	38
80	MS00208-09-10	M1	5.9	0.19	--	0.2	25.27	13.2	243.1	Arcilloso	9.68	9	0.28	0	0.25	NR	9.28	95.86
81	MS00209-09-10	M1	5.2	0.14	--	5.8	18.65	8.3	462.3	Franco Arcilloso	19.63	7.5	0.53	0	1.7	NR	8.03	40.9
82	MS00210-09-10	M1	7.4	0.17	No Calc.	0	19.95	26.4	356.2	Franco Arc. Lim.	17.41	17	0.41	0	0	NR	17.41	100
83	MS00211-09-10	M1	7.7	0.21	Lig. Calc.	0	16.49	16.5	181.2	Franco Arc. Lim.	2.7	2.5	0.2	0	0	NR	2.7	100
84	MS00212-09-10	M2	5.0	0.25	--	3.2	53.2	14.9	319.2	Franco Arcilloso	41.69	6.5	0.37	0	1.6	NR	6.87	16.47
85	MS00213-09-10	M1	5.5	0.05	--	0.2	11.97	11.5	229.8	Arcilloso	21.66	21	0.26	0	0.4	NR	21.26	98.15
86	MS00214-09-10	M1	4.6	0.06	--	7.2	17.02	6.6	355.1	Franco Arcilloso	20.81	6	0.41	0	1.3	NR	6.41	30.8
87	MS00215-09-10	M1	7.3	0.02	Med. Calc.	0	26.6	8.2	319.2	Franco Arenoso	26.87	26.5	0.37	0	0	NR	26.87	100
88	MS00216-09-10	M1	5.1	0.05	--	3.2	18.62	6.4	452.2	Franco Arcilloso	13.41	6.5	0.51	0	1	NR	7.01	52.27
89	MS00217-09-10	M2	4.8	0.07	--	5.8	18.08	6.7	316.1	Franco Arcilloso	17.97	6	0.37	0	1.3	NR	6.37	35.44
90	MS00218-09-10	M1	7.4	0.11	Lig. Calc.	0	29.26	6.5	462.5	Franco Arc. Lim.	24.03	23.5	0.53	0	0	NR	24.03	100
91	MS00219-09-10	M1	5.1	0.04	--	4.6	13.3	4.2	281.7	Arcilloso	17.53	8	0.33	0	0.4	NR	8.33	47.51
92	MS00220-09-10	M1	4.8	0.12	--	3.2	15.96	13.2	263.1	Franco Arcilloso	16.2	9.5	0.3	0	0.6	NR	9.8	60.49
93	MS00221-09-10	M2	4.8	0.12	--	2	17.29	7.6	243.1	Franco Arcilloso	15.28	11	0.28	0	0.7	NR	11.28	73.82
94	MS00222-09-10	M1	7.2	0.14	Lig. Calc.	0	23.94	9.9	243.2	Franco Arc. Lim.	26.78	26.5	0.28	0	0	NR	26.78	100
95	MS00223-09-10	M1	7.6	0.17	Lig. Calc.	0	27.93	4.9	225.1	Franco Arenoso	24.26	24	0.26	0	0	NR	24.26	100
96	MS00224-09-10	M1	5.4	0.07	--	3.2	7.98	4.8	225.3	Franco Arcilloso	14.66	8	0.26	0	0.4	NR	8.26	56.34
97	MS00225-09-10	M1	7.2	0.11	Lig. Calc.	0	18.62	19.8	179.2	Franco Arc. Lim.	25.2	25	0.2	0	0	NR	25.2	100
98	MS00226-09-10	M2	4.3	0.05	--	7.2	11.17	3.3	218.5	Franco Arcilloso	20.15	5.5	0.25	0	2.6	NR	5.75	28.53
99	MS00227-09-10	M1	7.3	0.16	Lig. Calc.	0	18.08	33	262.8	Franco Arenoso	20.3	20	0.3	0	0	NR	20.3	100
100	MS00228-09-10	M1	4.8	0.03	--	4.6	11.15	4.8	194.3	Franco Arcilloso	18.42	9	0.22	0	0.7	NR	9.22	50.05

101	MS00229-09-10	M1	5.0	0.07	--	4.5	11.97	6.6	210.2	Franco Arcilloso	13.74	4.5	0.24	0	0.8	NR	4.74	34.49
102	MS00230-09-10	M1	4.9	0.04	--	5.8	14.63	6.5	243.5	Arcilloso	15.88	4	0.28	0	1.6	NR	4.28	26.95
103	MS00231-09-10	M2	4.5	0.08	--	7.2	25.27	6.7	462.9	Franco	23.43	8.5	0.53	0	1.4	NR	9.03	38.54
104	MS00232-09-10	M4	5.1	0.08	--	3.2	10.64	3.3	281.4	Franco Arcilloso	15.73	9	0.33	0	0.7	NR	9.33	59.31
105	MS00233-09-10	M1	4.3	0.05	--	7.3	9.31	3.4	281.7	Arcilloso	17.93	3	0.33	0	2.5	NR	3.33	18.52
106	MS00234-09-10	M1	5.3	0.04	--	3.2	26.6	3.3	401	Franco Arcilloso	17.36	10.5	0.46	0	0.9	NR	10.96	63.13
107	MS00235-09-10	M1	5.1	0.07	--	4.6	13.83	9.9	148.1	Franco Arcilloso	18.36	9	0.16	0	1	NR	9.16	49.89
108	MS00236-09-10	M1	5.5	0.14	--	9.6	31.92	13.2	215.3	Franco Arcilloso	24.45	5	0.25	0	2.4	NR	5.25	21.47
109	MS00237-09-10	M2	5.1	0.04	--	4.6	10.64	8.2	147.7	Arcilloso	17.86	8.5	0.16	0	0.9	NR	8.66	48.48
110	MS00238-09-10	M1	4.5	0.06	--	7.2	14.63	9.9	210.5	Arcilloso	21.14	6.5	0.24	0	2.1	NR	6.74	31.88
111	MS00239-09-10	M1	5.4	0.12	--	1.2	21.28	26.4	207.8	Franco Arcilloso	14.63	12	0.23	0	0.3	NR	12.23	83.59
112	MS00240-09-10	M3	4.7	0.08	--	9.6	27.93	14.9	175.9	Franco Arcilloso	24.39	5	0.19	0	3	NR	5.19	21.27
113	MS00265-10-10	M1	5.6	0.04	--	1.2	14.63	4.95	163.2	Franco	10.58	8	0.18	0	0.4	NR	8.18	72.31
114	MS00266-10-10	M1	5.2	0	--	2	43.89	6.61	194.5	Franco	9.72	5.5	0.22	0	0.4	NR	5.72	58.85
115	MS00267-10-10	M2	5.2	0.06	--	1.5	41.23	8.25	163.4	Franco Arenoso	13.68	10.5	0.18	0	0.3	NR	10.68	78.07
116	MS00283-10-10	M1	5.0	0.18	--	4.6	45.22	5.94	194.1	Franco Arenoso	20.42	11	0.22	0	0.4	NR	11.22	54.94
117	MS00284-10-10	M1	5.1	0.11	--	1.2	37.24	6.69	164.2	Franco Arenoso	13.98	9	0.18	0	0.4	NR	9.18	65.66
118	MS00285-10-10	M1	5.1	0.14	--	1.9	33.25	9.92	225.3	Franco Arenoso	10.56	6.5	0.26	0	0.3	NR	6.76	64.01
119	MS00286-10-10	M1	4.8	0.76	--	1.2	127.68	6.65	163.2	Franco Arenoso	10.58	8	0.18	0	0.5	NR	8.18	77.32
120	MS00287-10-10	M1	5.1	0.15	--	2	34.58	8.75	163.5	Franco Arenoso	11.68	7.5	0.18	0	0.5	NR	7.68	65.75
121	MS00288-10-10	M1	4.9	0.2	--	1.2	37.24	10.75	225.8	Franco Arenoso	9.16	6.5	0.26	0	0.5	NR	6.76	73.8
122	MS00293-10-10	M1	5.0	0.21	--	1.2	42.56	7.45	194.2	Franco Arenoso	10.12	7.5	0.22	0	0.5	NR	7.72	76.28
123	MS00300-10-10	M1	5.3	0.16	--	2.4	21.28	9.9	179	Franco Arcilloso	8	3	0.2	0	0.7	NR	3.2	40
UCHIZA																		
124	MS0013-02-10	M1	3.8	0.28	--	5.1	7.98	3.3	281.2	Arcillo Arenoso	11.53	1	0.33	0	3.2	NR	4.53	39.28
125	MS0014-02-10	M1	4.6	0.11	--	3.4	10.64	9.9	243.5	Arcilloso	8.58	1.5	0.28	0	2.5	NR	4.28	49.88
126	MS0015-02-10	M1	4.7	0.19	--	1.9	15.96	13.2	194.3	Franco Arenoso	5.52	1.5	0.22	0	0.8	NR	2.52	45.65
127	MS0016-02-10	M1	5.2	0.08	--	2.7	7.89	19.8	210.1	Arenoso	8.14	2.5	0.24	0	0.2	NR	2.94	36.12
128	MS0018-02-10	M1	3.8	0.06	--	5.7	13.3	3.1	225.2	Arcillo Arenoso	16.16	4.5	0.26	0	2.9	NR	7.66	47.4
129	MS0019-02-10	M1	3.9	0.08	--	5.1	26.6	9.7	225.8	Franco Arc. Ao	15.96	5.5	0.26	0	2.5	NR	8.26	51.75
130	MS0020-02-10	M1	4.2	0.16	--	4.2	30.59	14.8	401.2	Franco Arenoso	15.36	6.5	0.46	0	1.1	NR	8.06	52.47
131	MS0021-02-10	M1	4.7	1.15	--	5.1	34.58	16.5	355.5	Franco Arc. Lim.	18.51	8	0.41	0	1	NR	9.41	50.84
132	MS0022-02-10	M1	4.3	0.08	--	4.2	13.45	6.6	243.4	Arcillo Limoso	17.18	8.5	0.28	0	1.2	NR	9.98	58.09
133	MS0023-02-10	M1	4.4	0.04	--	4.2	7.58	6.8	243.8	Franco Arcilloso	15.68	7	0.28	0	1.6	NR	8.88	56.63
134	MS0024-04-10	M1	7.7	0.17	Lig. Calc.	NR	13.13	18.15	225	Franco Arc. Ao	24.36	24	0.26	0	0.1	NR	24.26	99.59
135	MS0049-05-10	M1	4.1	0.24	--	2.4	47.88	13.2	116.5	Franco Arc. Ao	15.82	2.5	0.12	0	1.4	NR	2.62	16.56
136	MS0054-05-10	M1	7.3	0.21	Lig. Calc.	NR	10.64	14.85	163.1	Arcillo Limoso	27.88	27.5	0.18	0	0.2	NR	27.68	99.28

137	MS00111-05-10	M1	5.1	0.07	--	2.4	13.3	13.15	216.2	Franco Arc. Lim.	10.06	5	0.26	0	0.4	NR	5.26	52.28
138	MS00114-05-10	M1	6.2	0.29	--	NR	55.86	29.7	151	Franco Arenoso	8.16	8	0.16	0	0.2	NR	8.16	100
139	MS00116-05-10	M1	5.4	0.06	--	0.2	14.63	24.75	147.8	Arcilloso	10.55	10	0.15	0	0.2	NR	10.15	96.21
140	MS00117-05-10	M1	6.9	0.47	--	NR	109.06	42.9	180.5	Franco Arc. Lim.	19.7	19.5	0.2	0	0.2	NR	19.7	100
141	MS00120-05-10	M1	7.1	0.2	No Calc.	NR	26.07	16.55	162.2	Franco Arc. Lim.	12.18	12	0.18	0	0	NR	12.18	100
142	MS00121-05-10	M2	7.9	0.25	Fte Calc.	NR	10.64	26.41	150.2	Arcillo Limoso	23.66	23.5	0.16	0	0	NR	23.66	100
143	MS00124-05-10	M1	7.8	0.24	Lig. Calc.	NR	22.61	9.98	132.8	Franco Arenoso	17.14	17	0.14	0	0	NR	17.14	100
144	MS00125-05-10	M2	4.0	0.18	--	32.5	30.59	8.15	263.5	Arcillo Limoso	66.3	1	0.3	0	9.7	NR	1.3	1.96
145	MS00127-05-10	M1	7.6	0.2	Lig. Calc.	NR	41.23	22.21	135.2	Franco Arc. Ao	19.14	19	0.14	0	0	NR	19.14	100
146	MS00135-05-10	M1	6.3	0.3	--	0.2	21.28	29.04	162.9	Franco Arc. Lim.	11.58	11	0.18	0	0.2	NR	11.18	96.54
147	MS00136-05-10	M1	7.7	0.29	Med. Calc	NR	15.96	16.48	101.5	Franco Arenoso	21.1	21	0.1	0	0	NR	21.1	100
148	MS00138-05-10	M1	6.9	0.14	--	NR	18.62	24.75	176.5	Franco	11.69	11.5	0.19	0	0	NR	11.69	100
149	MS00154-05-10	M1	5.2	0.08	--	3.8	11.97	23.1	131.2	Franco Arcilloso	8.74	1	0.14	0	1	NR	1.14	13.04
150	MS00157-05-10	M1	8.0	0.12	Med. Calc	NR	31.93	19.8	194.2	Franco Arenoso	20.72	20.5	0.22	0	0	NR	20.72	100
151	MS00158-05-10	M1	5.2	0.08	--	0.2	9.32	33.3	209.5	Franco Arc. Ao	5.64	5	0.24	0	0.8	NR	5.24	92.9
152	MS00193-07-10	M1	7.7	0.29	No Calc.	NR	7.98	26.4	243	Franco Arc. Lim.	25.28	25	0.28	0	0	NR	25.28	100
153	MS00194-09-10	M1	4.6	0.13	--	3.2	18.62	6.5	243.5	Franco Arcilloso	16.21	9.5	0.31	0	0.8	NR	9.81	60.51
154	MS00195-09-10	M1	4.3	0.1	--	0.2	21.28	16.5	210.2	Arcilloso	8.64	8	0.24	0	0.4	NR	8.24	95.37
155	MS00197-09-10	M1	4.3	0.1	--	4.6	15.96	46.2	180.1	Franco Arcilloso	15.39	6	0.19	0	0.9	NR	6.19	40.22
156	MS00199-09-10	M1	7.0	0.1	Fte Calc.	0	15.92	112.2	241.8	Franco Arenoso	24.28	24	0.28	0	0	NR	24.28	100
157	MS00203-09-10	M1	4.9	0.03	--	1.2	13.33	19.8	233.4	Franco Arcilloso	10.17	7.5	0.27	0	0.3	NR	7.77	76.4
158	MS00241-09-10	M1	6.9	0.22	No Calc.	NR	13.3	82.5	319	Franco	31.97	31.4	0.37	0	0.2	NR	31.77	99.37
159	MS00242-09-10	M1	6.1	0.11	No Calc.	0.4	18.62	39.6	656.5	Franco	23.05	21.5	0.75	0	0.2	NR	22.5	97.64
160	MS00243-09-10	M1	5.7	0.12	No Calc.	0.8	17.29	29.7	243.2	Franco Arcilloso	19.88	18	0.28	0	0.3	NR	18.28	91.95

PROGRESO

161	MS0052-05-10	M1	5.4	0.25	--	3.8	59.85	11.55	281	Franco Arc. Lim.	23.33	10	0.33	0	0.2	NR	10.33	44.27
162	MS0057-05-10	M1	7.7	0.05	No Calc.	NR	29.26	13.2	148.2	Franco Arc. Ao	31.36	31	0.16	0	0.2	NR	31.16	99.36
163	MS0058-05-10	M1	3.9	0.01	--	29.4	55.86	9.9	207.5	Arcillo Arenoso	19.03	3	0.23	0	5.1	NR	3.23	16.97
164	MS0063-05-10	M1	7.2	0.01	No Calc.	NR	49.21	16.17	322	Franco Arcilloso	28.69	28	0.39	0	0.3	NR	28.39	98.95
165	MS0072-05-10	M1	6.2	0.1	--	1.4	41.23	16.5	130.2	Franco Arc. Lim.	24.54	11	0.14	0	0.1	NR	11.14	45.39
166	MS0073-05-10	M1	7.6	0.08	Lig. Calc.	NR	27.93	9.9	147.1	Arcillo Limoso	25.17	25	0.16	0	0.1	NR	25.16	99.96
167	MS0074-05-10	M1	7.8	0.1	No Calc.	NR	27.65	16.3	191.5	Arcillo Limoso	24.81	24.5	0.21	0	0.1	NR	24.71	99.59
168	MS0075-05-10	M1	8.1	0.11	No Calc.	NR	22.61	16.5	263	Franco Arc. Lim.	25.3	25	0.3	0	0	NR	25.3	100
169	MS0076-05-10	M1	7.2	0.25	No Calc.	NR	35.91	141.9	319	Franco Arcilloso	24.97	24.5	0.37	0	0.1	NR	24.87	99.59
170	MS0077-05-10	M2	7.4	0.45	Med. Calc	NR	57.19	171.6	322.5	Franco Arenoso	49.09	48.5	0.39	0	0.2	NR	48.89	99.59
171	MS0078-05-10	M1	7.9	0.2	No Calc.	NR	22.21	6.6	538	Franco Arcilloso	27.21	26.5	0.61	0	0.1	NR	27.11	99.63
172	MS0079-05-10	M1	3.9	0.1	--	13.4	25.27	11.75	191.5	Franco Arc. Ao	14.52	2.5	0.22	0	3.2	NR	2.72	18.73

173	MS0080-05-10	M1	4.3	0.13	--	5.4	27.93	19.85	223.5	Franco Arc. Ao	20.06	7	0.26	0	1.2	NR	7.26	36.19
174	MS0081-05-10	M1	4.1	0.06	--	10.2	23.94	13.2	101.5	Franco Arc. Ao	15.3	3	0.1	0	2.4	NR	3.1	20.26
175	MS0082-05-10	M2	3.9	0.1	--	15	23.5	9.92	98.7	Franco Arc. Ao	14.19	2.5	0.09	0	3.8	NR	2.59	18.25
176	MS0083-05-10	M1	4.3	0.11	--	6.8	26.6	13.1	118.5	Franco Arenoso	16.21	3.5	0.11	0	1.5	NR	3.61	22.27
177	MS0084-05-10	M1	4.2	0.09	--	6.8	29.26	11.5	99.2	Arcilloso	16.7	4	0.1	0	1.4	NR	4.1	24.55
178	MS0085-05-10	M1	4.9	0.11	--	3.8	13.3	8.25	132.1	Franco Arcilloso	20.64	7.5	0.14	0	0.6	NR	7.64	37.01
179	MS0086-05-10	M2	4.6	0.12	--	5.4	31.92	9.85	70	Franco Arc. Lim.	18.86	6	0.06	0	0.5	NR	6.06	32.13
180	MS0087-05-10	M1	3.9	0.11	--	15	26.6	6.75	194.2	Franco Arcilloso	12.32	0.5	0.22	0	4	NR	0.72	5.84
181	MS0088-05-10	M2	6.0	0.12	--	0.2	30.59	33	116.5	Arcillo Limoso	27.92	14	0.12	0	0.1	NR	14.12	50.57
182	MS0089-05-10	M3	4.6	0.08	--	3.8	25.27	13.1	149	Franco Arc. Ao	20.15	7	0.16	0	0.85	NR	7.16	35.53
183	MS0090-05-10	M4	4.2	0.05	--	11.4	22.61	6.65	131.2	Franco Arcilloso	15.14	3	0.14	0	3.25	NR	3.14	20.74
184	MS0091-05-10	M1	4.4	0.07	--	5.4	19.95	6.68	52.3	Arcillo Arenoso	17.34	4.5	0.04	0	1.2	NR	4.54	26.18
185	MS0092-05-10	M1	4.1	0.1	--	8.4	34.58	6.64	146.5	Franco Arc. Ao	13.56	1	0.16	0	2.4	NR	1.16	8.55
186	MS0093-05-10	M2	4.6	0.14	--	5.4	48.68	13.2	133.2	Franco Arcilloso	18.94	6	0.14	0	0.8	NR	6.14	32.41
187	MS0096-05-10	M1	7.8	0.15	No Calc.	NR	33.92	181.5	315	Franco Limoso	18.37	18	0.37	0	0	NR	18.37	100
188	MS0097-05-10	M1	8.2	0.07	Med. Calc	NR	18.88	13.3	281	Franco Arenoso	18.83	18.5	0.33	0	0	NR	18.83	100
189	MS0098-05-10	M1	5.6	0.06	--	5.4	10.91	191.4	268.5	Franco Arcilloso	17.62	4.5	0.32	0	0.1	NR	4.82	27.36
190	MS0099-05-10	M1	5.7	0.08	--	0.2	23.41	13.2	227	Arcillo Arenoso	22.4	8.5	0.3	0	0.15	NR	8.8	39.27
191	MS0100-05-10	M1	5.0	0.17	--	6.8	32.18	11.57	179.1	Arcillo Limoso	19.8	7	0.2	0	0.5	NR	7.2	36.36
192	MS0101-05-10	M1	5.3	0.08	--	3.8	23.67	13.15	209.2	Franco Limoso	22.24	9	0.24	0	0.2	NR	9.24	41.54
193	MS0102-05-10	M1	7.7	0.23	No Calc.	NR	26.86	16.5	194	Franco Limoso	15.22	15	0.22	0	0	NR	15.22	100
194	MS0103-05-10	M1	8.0	0.23	Lig. Calc.	NR	19.95	13.1	225	Franco Arc. Lim.	20.76	20.5	0.26	0	0	NR	20.76	100
195	MS0104-05-10	M1	5.4	0.09	--	3.8	19.42	9.95	462	Franco Limoso	22.13	8.5	0.53	0	0.3	NR	9.13	41.25
196	MS0105-05-10	M1	5.0	0.11	--	1.4	26.07	11.52	163.5	Franco Arcilloso	17.58	4	0.18	0	0.25	NR	4.18	23.77
197	MS0106-05-10	M2	4.2	0.1	--	10.2	33.25	11.54	133.5	Arcillo Arenoso	14.34	2	0.14	0	1.7	NR	2.14	14.92
198	MS0107-05-10	M1	4.3	0.22	--	6.8	35.91	11.56	132.8	Franco Arc. Ao	18.74	6	0.14	0	1.15	NR	6.14	32.76
199	MS0118-05-10	M1	4.5	0.16	--	8.4	27.93	13.21	179.8	Franco Arc. Ao	19.5	2.5	0.2	0	2.4	NR	2.7	13.84
200	MS0119-05-10	M1	4.6	0.15	--	6.8	13.83	11.55	190.2	Arcilloso	15.83	2	0.23	0	1.6	NR	2.23	14.09
201	MS0123-05-10	M1	5.4	0.18	--	3.8	29.26	8.25	100.2	Franco Arcilloso	19.19	11.5	0.09	0	0.3	NR	11.59	60.39
202	MS0128-05-10	M1	6.4	0.11	--	0.2	19.95	8.22	134.1	Franco Arenoso	18.54	18	0.14	0	0.2	NR	18.14	97.84
203	MS0129-05-10	M2	6.0	0.14	--	2.4	21.81	9.91	395.2	Arcillo Arenoso	14.74	9.5	0.44	0	0.2	NR	9.94	67.43
204	MS0130-05-10	M2	4.6	0.22	--	5.4	31.92	6.62	194.1	Arcilloso	12.52	1.5	0.22	0	1.1	NR	1.72	13.74
205	MS0131-05-10	M1	5.4	0.19	--	1.4	34.58	15.92	130.2	Franco Arc. Lim.	16.44	13.5	0.14	0	0.2	NR	13.64	82.96
206	MS0132-05-10	M1	5.7	0.09	--	0.2	11.97	14.85	1	co Arc. Ao	14.04	13.5	0.14	0	0.2	NR	13.64	97.15
207	MS0133-05-10	M1	6.5	0.08	--	0.1	14.63	16.5	1	o Arc. Lim.	11.84	11.5	0.14	0	0.2	NR	11.64	98.31
208	MS0134-05-10	M1	7.5	0.31	No Calc.	NR	46.55	19.86	281.2	Franco Arc. Lim.	15.33	15	0.33	0	0	NR	15.33	100
209	MS0137-05-10	M1	4.3	0.4	--	5.4	146.3	13.21	680.2	Franco Arenoso	13.07	1.5	0.77	0	0.9	NR	2.27	17.34
210	MS0163-05-10	M1	5.4	0.14	--	1.4	11.98	9.91	355	Franco Arc. Ao	12.71	9.5	0.41	0	0.3	NR	9.91	77.97

211	MS00166-05-10	M1	5.8	0.12	--	1.4	18.08	9.92	148.2	Franco Arcilloso	15.46	12.5	0.16	0	0.2	NR	12.66	81.88
212	MS00173-05-10	M1	7.7	0.26	No Calc.	NR	22.61	24.75	194.5	Franco Arenoso	17.72	17.5	0.22	0	0	NR	17.72	100
213	MS00176-05-10	M2	5.2	0.18	--	1.4	29.25	6.61	243.8	Franco Arc. Ao	5.08	2	0.28	0	0.5	NR	2.28	44.88
214	MS00178-05-10	M1	4.5	0.13	--	10.2	23.94	3.3	542.1	Franco Arc. Ao	23.52	2.5	0.62	0	2.9	NR	3.12	13.26
215	MS00189-05-10	M1	5.1	0.05	--	8.4	5.32	19.8	656.1	Franco Arc. Lim.	33.55	16	0.75	0	0.2	NR	16.75	49.92
216	MS00192-06-10	M1	5.7	0.11	--	1.4	34.58	9.9	148	Franco	11.46	8.5	0.16	0	0.2	NR	8.66	75.57
217	MS00200-09-10	M1	7.2	0.45	Med. Calc	0	55.86	6.6	232.3	Franco Arc. Lim.	21.77	21.5	0.27	0	0	NR	21.77	100
218	MS00244-09-10	M1	7.1	--	Med. Calc	NR	13.3	95.7	263.5	--	--	--	--	--	0	NR	--	--
219	MS00262-10-10	M1	7.3	0	No Calc.	NR	47.88	23.12	161.9	Franco Arc. Lim.	20.18	20	0.18	0	0	NR	20.18	100
220	MS00263-10-10	M1	3.9	0	--	4.8	62.51	6.93	132.4	Arcilloso	13.74	4	0.14	0	1.9	NR	4.14	30.13
221	MS00264-10-10	M1	4.1	0.02	--	4.6	82.46	3.31	194.1	Arcilloso	15.42	6	0.22	0	2.2	NR	6.22	40.34
222	MS00268-10-10	M1	5.6	0	--	1.2	13.3	9.92	225.3	Franco	17.16	14.5	0.26	0	0.3	NR	14.76	86.01
223	MS00269-10-10	M1	5.5	0.04	--	1.3	19.95	13.25	225.7	Franco Limoso	21.86	19	0.26	0	0.3	NR	19.26	88.1
224	MS00270-10-10	M1	4.3	0.01	--	7.2	23.94	6.62	163.4	Franco	21.58	7	0.18	0	2.2	NR	7.18	33.27
225	MS00271-10-10	M1	4.0	0	--	8.6	18.62	3.34	163.1	Franco	20.38	3	0.18	0	3.2	NR	3.18	15.6
226	MS00272-10-10	M1	5.8	0.04	--	3.2	26.6	16.51	243.6	Franco Arc. Lim.	22.18	15.5	0.28	0	0.3	NR	15.78	71.14
227	MS00273-10-10	M1	4.2	0.06	--	9.6	22.61	4.97	163.5	Franco Arcilloso	25.88	6.5	0.18	0	2.3	NR	6.68	25.81
228	MS00274-10-10	M1	7.0	0.09	Lig. Calc.	NR	30.5	11.57	225.4	Franco Limoso	26.26	26	0.26	0	0	NR	26.26	100
229	MS00275-10-10	M1	7.0	0.14	No Calc.	NR	18.62	23.11	263.8	Franco Arc. Lim.	22.3	22	0.3	0	0	NR	22.3	100
230	MS00276-10-10	M1	5.7	0.16	--	5.8	19.95	11.54	210.5	Arcillo Limoso	30.34	18.5	0.24	0	0.2	NR	18.74	61.76
231	MS00277-10-10	M1	4.5	0.08	--	9.6	22.61	3.96	210.9	Franco Arcilloso	28.44	9	0.24	0	1.5	NR	9.24	32.49
232	MS00278-10-10	M1	5.8	0.16	--	2	19.95	6.68	179.1	Franco Arcilloso	24.7	20.5	0.2	0	0.2	NR	20.7	83.81
233	MS00279-10-10	M1	5.7	0.16	--	3.2	26.6	13.21	210.5	Franco Arcilloso	23.64	17	0.24	0	0.2	NR	17.24	72.93
234	MS00280-10-10	M1	5.4	0.12	--	4.6	19.95	10.56	225	Arcillo Limoso	25.46	16	0.26	0	0.4	NR	16.26	63.86
235	MS00281-10-10	M1	4.2	0.11	--	14.2	15.96	3.35	243.3	Franco Arc. Ao	34.68	6	0.28	0	3.2	NR	6.28	18.1
236	MS00282-10-10	M1	4.8	0.1	--	3.2	25.27	4.75	132.5	Franco Arenoso	13.54	7	0.14	0	0.7	NR	7.14	52.74
237	MS00290-10-10	M1	4.6	0.14	--	4.6	45.22	3.31	179.5	Franco Arenoso	15.9	6.5	0.2	0	0.9	NR	6.7	42.14
238	MS00291-10-10	M1	7.6	0.15	Med. Calc	NR	39.9	6.67	179.6	Arcillo Limoso	31.7	31.5	0.2	0	0	NR	31.7	100
239	MS00292-10-10	M1	7.6	0.19	Med. Calc	NR	37.24	6.61	194.5	Arcillo Limoso	31.22	31	0.22	0	0	NR	31.22	100
PÓLVORA																		
240	MS0051-05-10	M1	6.9	0.17		NR	6.65	19.8	132	Franco Arcilloso	19.84	19.5	0.14	0	0.2	NR	19.64	98.99
241	MS0055-05-10	M1	8.0	0	Med. Calc	NR	16.2	11.55	132	Arcillo Limoso	23.34	23	0.14	0	0.2	NR	23.14	99.14
242	MS0059-05-10	M1	5.4	0	--	2.4	10.65	16.5		co Arcilloso	21.84	8.5	0.14	0	0.2	NR	8.64	39.56
243	MS0064-05-10	M1	7.6	0	No Calc.	NR	41.23	8.25		illo Limoso	20.37	20	0.17	0	0.2	NR	20.17	99.01
244	MS00108-05-10	M1	5.0	0.35	--	2.4	55.86	13.2	148.1	Franco	13.42	8.5	0.12	0	0.4	NR	8.62	64.23
245	MS00112-05-10	M1	5.5	0.09	--	0.2	12.77	16.5	225	Franco Arenoso	6.17	5.5	0.27	0	0.2	NR	5.77	93.51
246	MS00113-05-10	M1	5.5	0.1	--	2.4	18.62	33.1	163.5	Arcillo Limoso	14.98	10	0.18	0	0.2	NR	10.18	67.95

247	MS00122-05-10	M1	4.9	0.28	--	3.8	35.91	10.01	133.2	Franco Arcilloso	11.24	3.5	0.14	0	0.8	NR	3.64	32.38
248	MS00144-05-10	M1	5.9	0.2	--	3.8	42.56	4.95	117.8	Franco Arc. Lim.	17.72	10	0.12	0	0.2	NR	10.12	52.11
249	MS00145-05-10	M1	7.5	0.29	Lig. Calc.	NR	38.57	6.61	131.8	Franco Arenoso	17.14	17	0.14	0	0	NR	17.14	100
250	MS00146-05-10	M1	4.9	0.15	--	11.4	30.59	13.15	119.1	Franco	24.42	1.5	0.12	0	1.4	NR	1.62	6.63
251	MS00148-05-10	M1	5.8	0.23	--	3.8	13.3	13.2	263	Franco Arc. Ao	15.4	7.5	0.3	0	0.3	NR	7.8	50.65
252	MS00149-05-10	M1	6.6	0.2	--	0.2	31.92	13.1	243	Arcilloso	10.68	10	0.28	0	0.4	NR	10.28	96.25
253	MS00150-05-10	M1	5.2	0.23	--	6.8	38.57	9.9	132	Franco Arcilloso	18.24	4.5	0.14	0	0.3	NR	4.64	25.43
254	MS00151-05-10	M1	4.6	0.34	--	3.8	58.52	8.25	105.5	Franco Arcilloso	9.7	2	0.1	0	1	NR	2.1	21.65
255	MS00152-05-10	M1	5.2	0.14	--	1.4	30.59	6.6	101.5	Arcillo Arenoso	8.9	6	0.1	0	0.3	NR	6.1	68.54
256	MS00153-05-10	M1	4.6	0.1	--	8.4	23.94	10.56	101.2	Franco Arc. Ao	18.9	2	0.1	0	1.9	NR	2.1	11.11
257	MS00155-05-10	M1	5.5	0.13	--	1.4	19.95	13.21	131.5	Franco Arcilloso	9.44	6.5	0.14	0	0.3	NR	6.64	70.33
258	MS00156-05-10	M1	6.1	0.06	--	0.2	9.31	13.15	225.5	Franco Arc. Ao	11.16	10.5	0.26	0	0.2	NR	10.76	96.24
259	MS00161-05-10	M1	7.5	0.72	Med. Calc	NR	66.5	18.15	281.2	Franco Arcilloso	18.83	18.5	0.33	0	0	NR	18.83	100
260	MS00162-05-10	M2	8.0	0.78	Fte Calc.	NR	31.92	13.1	229.2	Franco Arenoso	30.27	30	0.27	0	0	NR	30.27	100
261	MS00167-05-10	M1	7.6	0.3	No Calc.	NR	53.2	9.91	132.5	Franco Arenoso	16.64	16.5	0.14	0	0	NR	16.64	100
262	MS00172-05-10	M1	5.1	0.21	--	1.5	34.58	6.6	163.3	Franco Arc. Ao	7.18	4	0.18	0	0.7	NR	4.18	58.22
263	MS00175-05-10	M1	4.7	0.2	--	2.4	29.26	9.91	194.1	Arcillo Arenoso	6.52	1.5	0.22	0	1.5	NR	1.72	26.38
264	MS00177-05-10	M1	8.1	0.4	Fte Calc.	NR	13.3	6.64	225.5	Franco	30.26	30	0.26	0	0	NR	30.26	100
265	MS00181-05-10	M1	5.6	0.11	--	1.4	6.65	18.15	194	Franco	12.02	9	0.22	0	0.2	NR	9.22	76.7
266	MS00186-05-10	M1	5.1	0.37	--	1.4	103.74	8.25	132.2	Franco Arc. Ao	12.44	9.5	0.14	0	0.2	NR	9.64	77.49
267	MS00190-05-10	M1	5.9	0.25	--	0.2	53.2	14.19	263	Franco Arc. Ao	11.7	11	0.3	0	0.2	NR	11.3	96.58
268	MS00191-06-10	M1	5.2	0.07	--	5.4	10.64	9.91	168.8	Arcillo Limoso	15.49	4.5	0.19	0	0.7	NR	4.69	30.27
269	MS00196-09-10	M1	4.7	0.08	--	2	17.29	59.4	281.5	Franco Arcilloso	13.36	9	0.36	0	0.3	NR	9.36	70.05
270	MS00245-10-10	M1	7.4	0.25	No Calc.	NR	66.5	9.91	656.5	Franco Arc. Lim.	25.25	24.5	0.75	0	0	NR	25.25	100
271	MS00246-10-10	M1	6.9	0.25	--	NR	58.52	11.55	735.5	Franco Arcilloso	13.85	13	0.85	0	0	NR	13.85	100
272	MS00247-10-10	M1	4.4	0.16	--	4.6	57.19	13.22	401.5	Franco	15.66	6	0.46	0	1.3	NR	6.46	41.25
273	MS00248-10-10	M1	5.7	0.16	--	0.2	34.58	16.51	462	Franco Arcilloso	12.43	11.5	0.53	0	0.2	NR	12.03	96.78
274	MS00249-10-10	M1	6.2	0.05	--	0.1	50.54	23.11	542.2	Arcillo Limoso	18.82	18	0.62	0	0.2	NR	18.62	98.93
275	MS00250-10-10	M1	5.4	0.08	--	0.2	61.18	16.55	319.8	Franco Arc. Ao	12.27	11.5	0.37	0	0.3	NR	11.87	96.74
276	MS00251-10-10	M1	5.0	0.08	--	2	98.42	6.64	401.3	Franco	14.46	10	0.46	0	0.2	NR	10.46	7234
277	MS00252-10-10	M1	4.6	0.07	--	4.6	69.16	6.61	728.2	Franco Arc. Ao	16.95	7	0.75	0	0.9	NR	7.75	45.72
278	MS00253-10-10	M2	5.3	0.17	--	1.2	66.5	3.33	731.4	Franco Arcilloso	21.15	18	0.75	0	0.3	NR	18.75	88.65
279	MS00254-10-10	M1	5.5	0.01	--	0.8	74.48	6.63		o Arcilloso	12.34	10.5	0.24	0	0.3	NR	10.74	87.03
280	MS00255-10-10	M1	6.3	0	--	0.1	10.64	6.62		o Arenoso	10.92	10.5	0.22	0	0.2	NR	10.72	98.17
281	MS00256-10-10	M1	5.6	0.02	--	0.7	58.53	8.25	225.2	Franco Arenoso	12.66	11	0.26	0	0.2	NR	11.26	88.94
282	MS00257-10-10	M2	5.4	0.02	--	0.9	63.84	9.95	210.5	Franco Arc. Ao	14.04	12	0.24	0	0.2	NR	12.24	87.18
283	MS00258-10-10	M1	6.6	0	--	NR	27.93	10.56	163.7	Franco Arenoso	14.18	14	0.18	0	0.2	NR	14.18	100

284	MS00259-10-10	M1	5.6	0.05	--	0.7	29.26	8.25	215.1	Franco	12.65	11	0.25	0	0.2	NR	11.25	88.93
285	MS00260-10-10	M1	6.8	0	--	NR	39.9	11.55	165.5	Franco Arenoso	13.18	13	0.18	0	0	NR	13.18	100
286	MS00261-10-10	M1	4.0	0.03	--	8.6	55.86	7.26	164.8	Franco Arc. Ao	21.92	4.5	0.22	0	2.4	NR	4.72	21.53
287	MS00289-10-10	M1	4.8	0.3	--	2	95.76	13.25	131.9	Franco Arenoso	13.14	9	0.14	0	0.6	NR	9.14	69.56
288	MS00294-10-10	M1	5.1	0.18	--	3.3	46.55	4.85	179.5	Arcillo Limoso	18.3	11.5	0.2	0	0.3	NR	11.7	63.93
289	MS00295-10-10	M1	4.8	0.31	--	8.6	35.91	4.65	194.8	Franco Arenoso	24.42	7	0.22	0	1.1	NR	7.22	29.57
290	MS00296-10-10	M1	5.4	0.16	--	3.2	33.25	6.64	162.9	Franco Arenoso	12.58	6	0.18	0	0.4	NR	6.18	49.13
291	MS00297-10-10	M1	7.1	0.2	No Calc.	NR	15.96	23.1	194.5	Franco Arc. Lim.	20.22	20	0.22	0	0	NR	20.22	100
292	MS00298-10-10	M2	5.5	0.1	--	2	31.95	13.2	226.2	Franco Arcilloso	17.26	13	0.26	0	0.8	NR	13.26	76.82
293	MS00299-10-10	M1	7.4	0.45	No Calc.	NR	57.19	19.8	322.5	Franco Arc. Ao	29.09	28.5	0.39	0	0.2	NR	48.89	99.59
SHUNTE																		
294	MS00126-05-10	M1	5.6	0.07	--	0.2	10.11	49.51	152.5	Franco	6.57	6	0.17	0	0.2	NR	6.17	93.91
295	MS00139-05-10	M1	8.0	0.26	Fte Calc.	NR	58.52	11.55	131.8	Arcillo Limoso	24.14	24	0.14	0	0	NR	24.14	100
296	MS00140-05-10	M1	5.6	0.12	--	5.4	23.24	24.75	148.1	Franco Arc. Lim.	17.96	7	0.16	0	0.2	NR	7.16	39.86
297	MS00141-05-10	M1	5.2	0.36	--	2.4	69.16	13.25	99.9	Franco Arcilloso	8.88	4	0.08	0	0.2	NR	4.08	45.94
298	MS00164-05-10	M1	4.4	0.14	--	10.2	13.3	8.3	243.5	Arcilloso	22.18	1.5	0.28	0	4	NR	1.78	8.03
299	MS00201-09-10	M1	4.1	0.22	--	4.8	15.98	4.9	281.1	Franco Arcilloso	37.93	28	0.33	0	0.2	NR	28.33	74.69