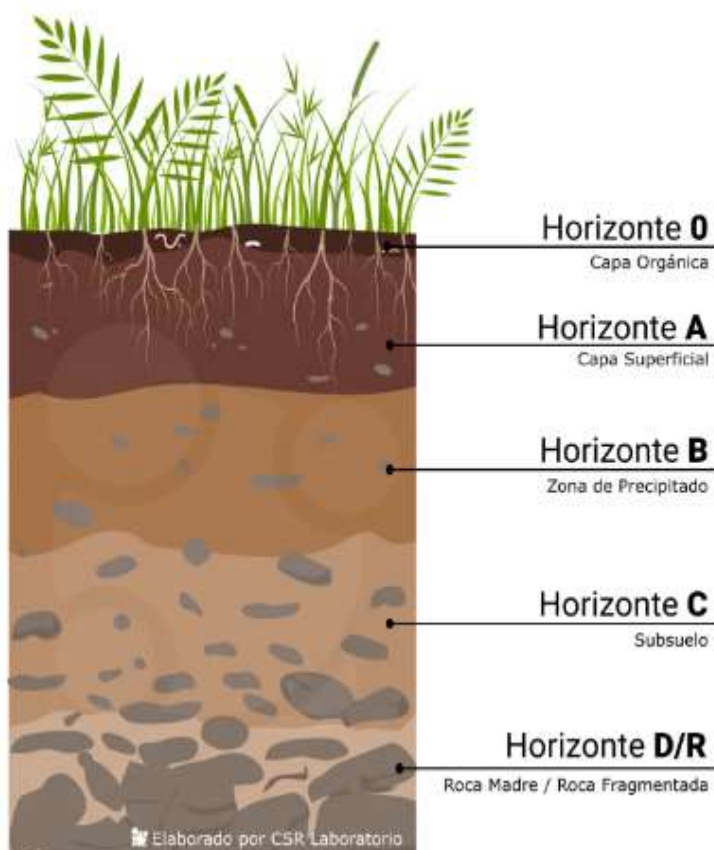


Guía de Campo para ejecución de Diagnóstico Expeditivo de Calidad y Fertilidad de Suelos



Introducción

Esta guía surge como una recopilación de experiencias realizadas en el marco de los Proyectos de Extensión “Encrucijada de cambios hacia el uso sostenible en explotaciones de pequeña y mediana superficie en el valle de Río Negro y Neuquén” y “El Balance de Carbono Edáfico y la encrucijada de cambios en el uso del suelo del Alto Valle” por los profesores Dr. Mendía Juan Manuel, González Diego Agustín, Roca Juan Carlos, Serventi Mauro y Davies Catherin.

La evaluación del suelo como soporte físico, fuente de vida y nutrición a los cultivos agrícolas permite la planificación correcta en el uso para su manejo y conservación adecuado.

Ya sea en suelos en actividad, a habilitar o para el abordaje de suelos abandonados, es importante conocer el estado de la fertilidad y la capacidad agrícola de los mismos. En pocos años sin actividad de riego, se pueden producir cambios negativos en los indicadores de calidad de estos suelos (materia orgánica, salinidad, pH, entre otros) que son necesarios conocer si se pretende rehabilitar y ponerlos en producción sustentable.

Resulta entonces fundamental realizar una inspección al sitio y recabar e inferir una serie de datos del mismo a los efectos de poder establecer las prácticas de manejo y conservación del suelo apropiadas para cada caso particular con el fin de lograr su rehabilitación.

En la presente jornada se pretende iniciar el debate sobre esta situación y realizar a campo las pruebas e inferencias mínimas para generar un diagnóstico de alto valor práctico, expeditivo y de bajo costo.

Por su parte esta guía práctica aportará una serie de análisis expeditivos e inferencias mínimas que sirva e invite a estudiantes, graduados y productores a comprender lo que sucede debajo de nuestros pies y que condiciona el desarrollo y rendimiento de los cultivos en los cuales trabajan.

Recopiladores

- Gonzalez Diego Agustín
- Roca Juan Carlos
- Davies Catherin
- Serventi Mauro

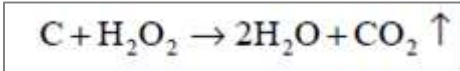
Cinco Saltos, Septiembre 2023

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. Test de agua oxigenada para Identificación cualitativa de Materia Orgánica | 3 |
| 2. Test del ácido clorhídrico para Identificación cualitativa de Carbonato de Calcio | 4 |
| 3. Determinación de la textura al tacto..... | 5 |
| 4. Estimación de agua útil del perfil | 7 |
| 5. Condiciones físico-químicas de los suelos pH y Conductividad..... | 7 |
| 5.1. Dilución 1 a 5 volumen en volumen (1:5 v/v)..... | 7 |
| 5.2. Determinación de Ph en pasta | 8 |
| 5.3. Estimación de Concentración de Sodio | 9 |
| 6. Reconocimiento expeditivo de la profundidad del suelo y la resistencia a la penetración | 9 |
| 7. Diagnóstico expeditivo de la fertilidad de los suelos | 10 |

1. Test de agua oxigenada para Identificación cualitativa de Materia Orgánica

Test de presencia de Materia Orgánica (Peróxido de Hidrógeno al 3%) Identificación de Materia Orgánica: Colocar muestras de suelo en un recipiente, aproximadamente 1 gramo, ½ cucharadita de café en caja de Petri, vaso de precipitado, recipiente plástico transparente y agregar 2-3 gotas de agua oxigenada (H₂O₂). La efervescencia de la muestra indica la presencia de materia orgánica. La reacción que se produce es la que se muestra a continuación, que permite la observación de efervescencia.



En función al nivel re-efervescencia alcanzado se puede inferir el contenido aproximado de Materia Orgánica (Tabla N°1)

Los efectos visibles son burbujas transparentes y burbujas espumosas (espuma). La velocidad se nota en el rápido inicio de la efervescencia. (< de 1 minuto). La permanencia, en la duración de efervescencia y/o espuma (> de 5 minutos).

Se puede realizar a campo y se utiliza agua oxigenada al 3% (20 Vol) en un pote cubriendo los agregados con el líquido y observando su efervescencia, cuya intensidad y duración nos indica la presencia "in situ" de la materia orgánica. Se presenta el siguiente cuadro de orientación.

Tabla 1: Test de presencia de Materia Orgánica (Peróxido de Hidrógeno al 3%)

| Código | Clase de Efervescencia | Efectos visibles | Nivel de MO% |
|--------|------------------------------|---------------------------------|--------------|
| 1 | No efervescente | No se forman burbujas | |
| 2 | Muy ligeramente efervescente | Se forman pocas burbujas | < 2 |
| 3 | Ligeramente efervescente | Se forman muchas burbujas | |
| 4 | Fuertemente efervescente | Burbujas espumosas suaves | |
| 5 | Explosivamente efervescente | Burbujas espumosas densas > 3 Ø | > 4 |



Figura 1: Arriba horizonte superficial con ligera efervescencia, al medio y abajo suelo más profundo sin efervescencia.

2. Test del ácido clorhídrico para Identificación cualitativa de Carbonato de Calcio



Figura 1: reacción en suelo test de CO_3Ca .

En los horizontes superficiales de los suelos regados, los contenidos de calcáreo pulverulento (CO_3Ca) pueden variar desde valores muy bajos a moderadamente abundantes. El test rápido de campo permite confirmar la presencia y cantidad de carbonato de calcio. Es de bajo costo y no se necesitan conocimientos especiales. Su presencia se detecta por la formación de burbujas de CO_2 (efervescencia) frente al agregado del reactivo HCl 1/10. En un pote se coloca el agregado de suelo y se moja con unas gotas del reactivo. Se presenta el siguiente cuadro de orientación.

Tabla 2: Test de presencia de CO_3Ca (HCl 1/10)

| CO_3Ca (%) | Efectos visibles | Efectos audibles |
|----------------------------------|--|--|
| No calcáreo (< 0.5) | No se forman burbujas | Reacción no audible |
| Muy ligeramente Calcáreo (0.5-1) | No se forman burbujas | Reacción ligeramente audible |
| Ligeramente calcáreo (1-2) | Muy pocas burbujas localizadas | Reacción moderadamente audible |
| Moderadamente calcáreo (2-5) | Se forman pocas burbujas | Reacción claramente audible cerca al oído |
| Calcáreo (5-10) | Muchas burbujas visibles ± 3 mm de \varnothing | Reacción fácilmente audible lejos del oído |
| Muy calcáreo (> 10) | Muchas burbujas visibles ± 7 mm de \varnothing | Reacción fácilmente audible lejos del oído |

3. Determinación de la textura al tacto

La textura del suelo hace referencia a las proporciones porcentuales en que se encuentran las partículas primarias del suelo en función de su tamaño. Específicamente considera los porcentajes de arcilla, limo y arenas de menos de 2 mm de diámetro.

En base a la composición granulométrica obtenida, se establecen agrupaciones denominadas *clases texturales, delimitadas por determinados porcentajes, máximos y mínimos, de partículas primarias de distinto tamaño.

A partir de las clases texturales se obtiene la denominada textura de un horizonte, que de acuerdo a la clasificación norteamericana, admite 12 denominaciones. (Figura N°2)



Figura 2 : Clases Texturales y característica para determinación al Tacto.

En campaña se puede tener una idea de la clase textural aproximada por simple evaluación al tacto. Esta evaluación táctil debe corroborarse posteriormente con los resultados de laboratorio, aunque cuando se hace con mano muy experimentada, puede llegar a un alto grado de precisión.

Como método empírico inicial puede practicarse el siguiente procedimiento: Se toma una pequeña muestra de suelo y se humedece hasta formar una pasta fácil de amasar y se procede a armar un cilindro en la mano siguiendo la clave que se describe en la Tabla N° 3.

Tabla 3: Determinación al Tacto. Clave para las clases texturales del suelo Fuente: "Guía para la descripción de suelos (FAO, 2009)

| | | | | - % arcilla |
|--|--|---------------------------|-----------------------|----------------|
| 1 | No es posible enrollar y formar un cordón cilindro o chorizo de un diámetro cercano a 7mm (como el diámetro de un lápiz) | | | |
| 1.1 | no ensucia, no es harinoso, no deja material fino en los dedos: | arena | A | < 5 |
| | • Si el tamaño de granos es mixto: | arena no clasificada | AN | < 5 |
| | • Si la mayoría de granos son muy gruesos (> 0,6 mm): | arena muy gruesa y gruesa | AG | < 5 |
| | • Si la mayoría de granos son de tamaño medio (0,2-0,6 mm): | arena media | AM | < 5 |
| | • Si la mayoría de granos son de tamaño fino (< 0,2 mm) pero aún granuloso: | arena fina | AFI | < 5 |
| | • Si la mayoría de granos son de tamaño muy fino (< 0,12 mm), tendiendo a ser harinoso: | arena muy fina | AMF | < 5 |
| 1.2 | no es harinoso, granuloso, material escasamente fino entre los dedos, débilmente moldeable, ligeramente adhesivo a los dedos: | areno francoso | AF | < 12 |
| 1.3 | Similar a 1,2 pero moderadamente harinoso: | franco arenoso | FA (pobre en arcilla) | < 10 |
| 2 | Es posible enrollar y formar un cordón cilindro o chorizo de un diámetro de 3-7 mm (cerca a la mitad del diámetro de un lápiz) pero se rompe cuando se trata de formar el cordón cilindro de 2-3 cm de diámetro, moderadamente cohesivo, se adhiere a los dedos | | | |
| 2.1 | Muy harinoso y no cohesivo | | | |
| | • Se sienten algunos granos: | franco limoso | FL (pobre en arcilla) | < 10 |
| | • No se sienten granos: | limoso | L | < 12 |
| 2.2 | Moderadamente cohesivo, se adhiere a los dedos, tiene una superficie áspera y desmenuzada luego de apretarla entre los dedos y | | | |
| | • Muy granuloso y no pegajoso: | franco arenoso | FA (rico en arcilla) | 10-25 |
| | • Granos moderadamente arenosos: | franco | F | 8-27 |
| | • No granuloso pero distintamente harinoso y algo pegajoso: | franco limoso | FL (rico en arcilla) | 10-27 |
| 2.3 | De superficie áspera y moderadamente brillante luego de apretarlo entre los dedos, es pegajoso y granuloso a muy granuloso: | franco arcillo arenoso | FYA | 20-35 |
| 3 | Es posible enrollar y formar un cordón chorizo de más o menos 3 mm de diámetro (menos de la mitad del diámetro de un lápiz) y formar un aro de 2-3 cm en diámetro, cohesivo, pegajoso, rechinamiento entre los dientes, tiene una superficie moderadamente brillante luego de apretarlo entre los dedos. | | | |
| 3.1 | muy granuloso: | arcillo arenoso | YA | 35-55 |
| 3.2 | Se ve y se sienten algunos granos, rechinamiento entre los dientes | | | |
| | • Moderadamente plástico, superficie moderadamente brillante: | franco arcilloso | FY | 25-40 |
| | • Alta plasticidad, superficie brillante: | arcilloso | Y | 40-60 |
| 3.3 | No hay granos visibles, ni se sienten, no hay rechinamiento entre los dientes | | | |
| | • Plasticidad baja: | franco arcillo limoso | FYL | 25-40 |
| | • Plasticidad alta, superficie moderadamente brillante: | arcillo limoso | YL | 40-60 |
| | • Plasticidad alta, superficie brillante: | arcilla pesada | YP | > 60 |
| <p><i>Nota:</i> La determinación de la textura en campo puede depender de la composición mineralógica de las arcillas. La clave anterior funciona especialmente para suelos que tienen en su composición illita, clorita y/o vermiculita. Las arcillas esmécticas son más plásticas, y las arcillas caolinitas son más pegajosas. Así, el contenido de arcilla puede ser sobrestimado para la primera y subestimada para la segunda.</p> <p>Fuente: Adaptado de Schlichting, Blume y Stahr (1995).</p> | | | | |

4. Estimación de agua útil del perfil

Utilizando la clase textural se puede estimar el contenido de agua expresado en lámina utilizando la Tabla N° 4 y la profundidad a evaluar expresada en mm.

Tabla 4: Contenido de Agua Útil según la Clase Textural.

| Clase Textural | mm/mm | |
|------------------------------|-------|------------------|
| a (arcilloso) | 0.18 | TEXTURAS FINAS |
| al (arcillo limoso) | 0.20 | |
| aA (arcillo Arenoso) | 0.13 | |
| fal (franco arcillo limoso) | 0.16 | TEXTURAS MEDIAS |
| faA (franco arcillo Arenoso) | 0.11 | |
| fa (franco arcilloso) | 0.13 | |
| fl (franco limoso) | 0.15 | |
| f (franco) | 0.15 | |
| l (limoso) | 0.13 | TEXTURAS GRUESAS |
| fA (franco Arenoso) | 0.12 | |
| Af (Areno franco) | 0.09 | |
| A (Arenoso) | 0.06 | |

$$\text{Agua Útil (mm)} = (\text{Lámina/mm}) * \text{profundidad (mm)}$$

$$\text{Agua Fácilmente Utilizable (mm)} = \text{Agua Útil (mm)} * 0.5$$

5. Condiciones físico-químicas de los suelos pH y Conductividad

Se necesita del conocimiento rápido y expeditivo de los valores de pH, salinidad y estimación de la alcalinidad sódica, de manera de plantear un plan de lavado o requerimiento de lixiviación de sales y sodio adsorbido y poner en desarrollo las primeras actividades de manejo sustentable de estos suelos o mantener su calidad lograda.

5.1. Dilución 1 a 5 volumen en volumen (1:5 v/v)

Se realiza para cada horizonte del suelo utilizando un vaso contenedor de muestras clínicas graduado en mililitros y en el cual ponemos 4 partes de agua y una parte de suelo (condición óptima es suelo seco y tamizado por malla de 2mm), agitando 1 minuto y dejando en reposo 30 minutos.

En esta dilución realizamos la determinación de la **salinidad y pH**.

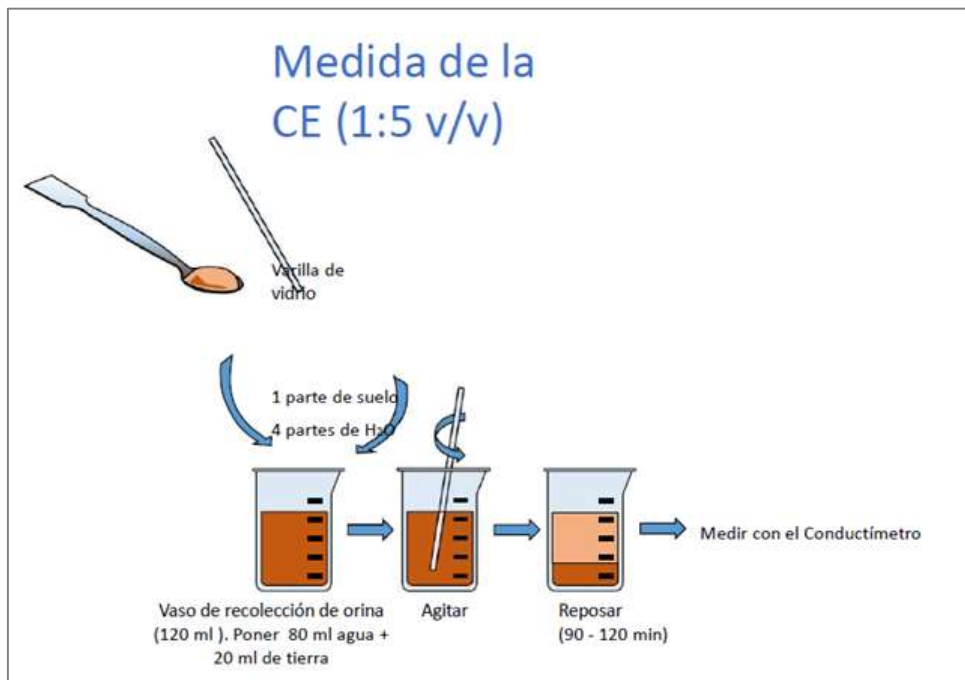


Figura 2: procedimiento dilución 1 a 5 volumen en volumen

Tabla 5: Relaciones de estado de Humedad del suelo y CEe (Salinidad)

| Estado de Humedad del Suelo | Factor de Ajuste | Ecuación de Salinidad Corregido por Humedad |
|-----------------------------|------------------|---|
| Seco | 1 | CEe= (CE 1:5) * 3.94 |
| Fresco | 1.3 | CEe= (CE 1:5) * 5.12 |
| Húmedo | 1.5 | CEe= (CE 1:5) * 5.91 |

Ecuaciones válidas para el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.

5.2. Determinación de Ph en pasta

El valor estimado del pH pasta es

$$\text{pHp} = \text{pH } 1:5(\text{v/v}) - 0.4$$

Los indicadores de salinidad y pH 1:5 se agrupan de la siguiente forma

Tabla 6: Clasificación de suelos según salinidad y pH.

| Código | Salinidad 1:5 v/v | pH 1:5 v/v |
|------------|-------------------|-------------|
| 1 Nulo | < 0.1 | < 7.2 |
| 2 Ligero | > 0.1 – 0.4 | > 7.2 – 7.8 |
| 3 Moderado | > 0.4 – 0.8 | > 7.8 – 8.5 |
| 4 Alto | > 0.8 – 2 | > 8.5 – 9.5 |
| 5 Muy Alto | > 2 | > 9.5 |

5.3. Estimación de Concentración de Sodio

Para una primera aproximación de la **Relación de Adsorción de Sodio (RAS)** utilizamos una ecuación de regresión múltiple de dos variables: **Ce (1:5) y pH (1:5)**.

$$RAS = EXP(0.6707 * LN(CE_{1:5})) + (4.366 * LN(pH_{1:5})) - (6.018)$$

Para el cálculo del porcentaje de sodio intercambiable (PSI) se utilizara la siguiente ecuación.

$$PSI = ((0.01475 * RAS - 0.0126) * 100) / (1 + (0.01475 * RAS - 0.0126))$$

Valores límites para suelos Sódicos

| |
|--|
| <p>PSI ≥ 15% SUELO SÓDICO</p> <p>RAS ≥ 12 SUELO SÓDICO</p> |
|--|

Tabla 7: clasificación de suelos según CE, PSI, RAS Y pH

| Clasificación | CEe | PSI | RAS | pH |
|---------------|----------|--------|------|-------|
| Normal | < 4 dS/m | < 15 % | < 12 | - |
| Salino | ≥ 4 dS/m | < 15 % | < 12 | < 8.5 |
| Sódico | < 4 dS/m | ≥ 15 % | > 12 | > 8.5 |
| Salino Sódico | ≥ 4 dS/m | ≥ 15 % | > 12 | < 8.5 |

6. Reconocimiento expeditivo de la profundidad del suelo y la resistencia a la penetración

El reconocimiento de la profundidad del suelo es un indicador de calidad del suelo toda vez que junto a la textura fundamenta la ubicación del sistema radicular ajustado a esa profundidad y al mismo tiempo da un marco de referencia del agua disponible en cada caso (mm/mm)*profundidad (mm).

El calador o en su defecto el hierro del 10 o 12 con un largo aproximado de > 1.0m permite, con la utilización de una masa, hincar el mismo hasta la profundidad limitante, generalmente por presencia de fragmentos gruesos (piedra bocha) u horizontes petrocálcicos que impiden el paso del calador.

Repitiendo este trabajo con una densidad de clavado de 1/100m², ubicado cada punto con GPS y luego llevado a un mapa, puede confeccionarse un plano con zonificación de profundidades que permite incorporar indicadores de calidad del suelo para un buen diagnóstico en la rehabilitación de tierras.

Esta misma tarea puede incluir una aproximación al reconocimiento de la resistencia a la penetración, en términos de rango de magnitud, expresado en mm/golpe. Para ello se marca en el hierro fajas de 15 cm y se golpea con una masa de 2kg.hincando hasta la marca y anotando el N° de golpes. Se tratará de que los movimientos del golpe descendente recorran un ángulo de aproximadamente 45° con fuerza media y centrada. En caso de cansancio es adecuado descansar unos minutos y continuar el trabajo. Generalmente con dos tramos se tiene una idea, para el rango de humedad presente en el suelo (seco, fresco, húmedo o mojado) de las zonas con mayor impedimento para la exploración radicular.

El ensayo es una función meramente indicativa ya que este valor no está normalizado, pero permite identificar los lugares que necesitan de una medición ajustada para verificar las limitaciones que se pueden presentar para el desarrollo radicular en la futura intervención de los cultivos.

Tabla 8 : Test de identificación de zonas con posible impedimento del desarrollo radicular

| Código | N° Golpes/ 15 cm | Riesgo |
|---------------|-------------------------|---------------|
| 1 | 4 | Bajo |
| 2 | 12 | Moderado |
| 3 | 45 | Alto |
| 4 | 200 | Muy Alto |

7. Diagnóstico expeditivo de la fertilidad de los suelos

Una vez realizados los diferentes test para conocer las limitaciones físicas y químicas para la rehabilitación necesaria de los suelos abandonados, se puede conocer cualitativamente y con test rápidos la presencia y niveles de nitrógeno-nítrico, fósforo y potasio disponible para los cultivos.

Existen diversos test rápido de suelos como ser: LaMotte, Palintest, Hanna y Hach entre otros, permiten realizar test de campo de disponibilidad de nutrientes en forma cualitativa por colorimetría y conocer los niveles de cada uno de ellos.

El kit presenta para cada elemento (N, P, K) una tarjeta de color con la leyenda traza, bajo, medio y alto que se utiliza como comparador con el resultado del color desarrollado en cada extracto de suelo que resulta de la incorporación de un número cucharadas en un volumen de solución extractiva denominada DA

(relación 1:6.5 suelo:agua aproximadamente) agitando del tubo con la mezcla durante 1 minuto y luego dejar depositar hasta la aparición de una solución transparente.

Se toma dos (2) tubos de ensayo y ponemos una alícuota de 2.5ml del extracto de suelo en cada uno para la determinación de nitratos y fósforo y un tercer tubo de ensayo para la determinación de potasio, con el agregado de una alícuota de 0.5ml del extracto de suelo con dilución a 2.5 ml con solución extractiva. y se compara el desarrollo con la tarjeta de color

La determinación de nitratos es colorimétrica y se realiza con un reactivo en polvo (pocket) que se agrega al tubo de ensayo y se agita por 30 segundos y es estable por más de 1 hora. El método conocido como NED por la presencia del reactivo N-Naftiletlenodiamida que reduce el nitrato a nitrito y desarrolla un color rosado que se intensifica con mayor concentración de nitratos y se compara con la tarjeta de color

La determinación de fósforo es colorimétrica y se realiza con un reactivo en polvo (pocket) que se agrega al tubo de ensayo y se agita por 30 segundos y es estable por más de 1 hora. El método conocido como ácido ascórbico y molibdato de amonio produce la reducción del ácido molibdico y desarrolla un color azul que se intensifica con mayor concentración de fósforo y se compara con la tarjeta de color.

La determinación de potasio es turbidimétrica con un reactivo en polvo (pocket) que se agrega al tubo de ensayo y se agita por 30 segundos y es estable por más de 1 hora. El método conocido como el Tetrafenilborato de sodio que reacciona con el potasio y tiende a formar un precipitado y se compara con la tarjeta de banda de color.

Los valores son cualitativos, aunque algunas agencias de extensión de USA han calibrado tentativamente una valoración cuantitativa.

Tabla 9: Clasificación del estado nutritivo de los macro nutrientes del suelo

| Código | Nivel Soil quick test | P (ppm) | K (ppm) | N-NO ₃ (ppm) |
|--------|-----------------------|-----------|------------|-------------------------|
| 1 | Trazas | ≤ 4 | ≤ 25 | ≤ 5 |
| 2 | Bajo | > 4 – 10 | > 25 – 75 | > 5 – 15 |
| 3 | Medio | > 10 – 18 | > 75 – 150 | > 15 – 30 |
| 4 | Alto | > 18 | > 150 | > 30 |

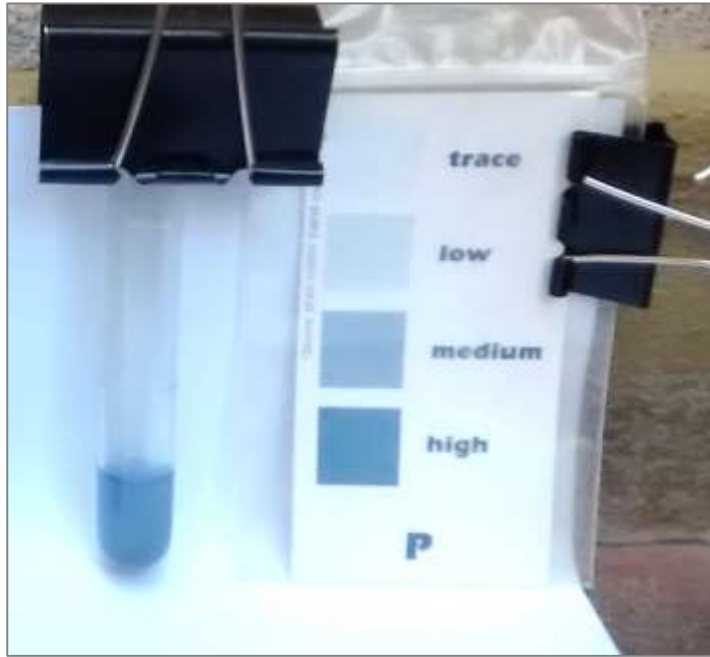


Figura 3: lectura del resultado de test rápido de N, P, K.

Modelo planilla de campo.

| Nombre: | | Ubicación: | | | | | Fecha: | |
|------------|-------|------------------------|----|------|-----|-------|--------------------|---------------|
| ID MUESTRA | Text. | Napa (cm) C.E. Napa | pH | C.E. | M.O | N,P,K | CO ₂ Ca | OBSERVACIONES |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |