

**Secretos de un Suelo Fértil 05.**

# **El análisis Químico del Suelo.**

**CONTENIDO:**

1. Introducción.
- 2 Parámetros analizados.
3. Interpretación de resultados.
4. Muestreo de suelos.
5. Aplicaciones prácticas e Importancia del análisis químico.
6. Casos de estudio a nivel mundial.
7. Conclusiones.

**Cuidar el suelo es cuidar la vida**



**LABORATORIOS A-L DE MÉXICO S.A. DE C.V.**  
44550 Guadalajara. T. 33 3123 1823 y 33 3121 7925. WhatsApp 33 2803 960  
[www.laboratoriosaldemexico.com.mx](http://www.laboratoriosaldemexico.com.mx)

## **1. Introducción.**

La fertilidad del suelo es un factor determinante en la productividad agrícola. El análisis químico permite conocer la disponibilidad de nutrientes esenciales, identificar deficiencias y establecer estrategias de manejo sostenible. En un contexto de creciente presión sobre los recursos naturales, este tipo de análisis se vuelve indispensable para garantizar la seguridad alimentaria y la conservación de los ecosistemas. El suelo debe suministrar nutrientes esenciales a las plantas en cantidades adecuadas y en el momento oportuno.

## **2 Parámetros analizados.**

A continuación, se enlista el paquete de análisis de fertilidad en suelo de 23 parámetros:

1.pH del Suelo; 2. Índice de encalado; 3. Materia Orgánica; 4.Nitrógeno Libre ENL; 5.Fósforo; 6. Potasio; 7. Calcio; 8. Magnesio; 9.Azufre; 10. Boro; 11. Cobre; 12. Hierro; 13.Manganeso; 14. Sodio; 15.Zinc, 16. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC- Meq /100 gr); 17. Saturación Catiónica de Potasio; 18. De Magnesio; 19. Calcio; 20.Sodio; 21. Hidrógeno; 22. Relación K/Mg; 23. Relación Ca/Mg. El Reporte incluye recomendaciones de fertilización y enmienda.

Estos son los 23 parámetros químicos que nuestro laboratorio maneja como el "paquete básico" de análisis de fertilidad de un suelo. Por supuesto, a solicitud de los productores se pueden añadir todas (o cualquiera) de las siguientes pruebas que tenemos clasificadas como "químicas": Acidez pasiva o potencial, nitrógeno total y Nitrógeno - Nitrato, Nitrógeno amoniacal, Carbono total, Carbono Orgánico, Cloro, Relación C/N, Aluminio total y/o Aluminio intercambiable, Carbonatos, Molibdeno, Silicio, Metales pesados, Residuos de Plaguicidas.

En la página siguiente se muestra el formato del reporte que reciben aquellos agricultores que entregan una muestra de suelo al laboratorio solicitando su diagnóstico de fertilidad. Para facilitar la mejor comprensión de este reporte, se expone a continuación la interpretación de los datos obtenidos en el laboratorio.

## Ejemplo del Reporte Químico de Fertilidad del Suelo.

### ANÁLISIS DE SUELO

Compañía / Empresa	Agricultor	
--------------------	------------	--

Alt Campo ID:  
Numero Lab.

Campo ID:  
Muestra 2

Firma

Determinaciones	Método	Resultados	CALIFICACION					Capacidad Int. catiónica		
			Muy Bajo	Bajo	Medio	Optimo	Muy Alto			
pH Suelo	pH1:1	7.4						6.3 meq/100g		
Indice de Encalado	SMP	6.93						Saturación Catiónica		
Materia orgánica	Comb.	2.6 % ENL 93						%sat meq		
Fósforo (P)	M3	4 ppm						K	4.6	0.3
Potasio (K)	M3	113 ppm						Ca	70.8	4.5
Calcio (Ca)	M3	892 ppm						Mg	21.4	1.4
Magnesio (Mg)	M3	162 ppm						H	0.0	0.0
Azufre (S-SO4)	M3	2 ppm						Na	3.0	0.2
Boro (B)	M3	0.1 ppm						K/Mg: 0.21		
Cobre (Cu)	M3	0.3 ppm						Ca/Mg: 3.31		
Hierro (Fe)	M3	31 ppm						Textura		
Manganeso (Mn)	M3	29 ppm						%Arena %Limo %Arcilla		
Zinc (Zn)	M3	0.3 ppm						54 27 19		
Sodio (Na)	M3	43 ppm						Clasificación de la Textura		
Conductividad	SS1:2	0.05 dS/m						Franco arenoso		
Nitrógeno-Nitrato	NNO3	7 ppm						Análisis de Densidad Aparente: 1.47 g/cm <sup>3</sup>		

### RECOMENDACIÓN

<b>Cultivo:</b> Caña de Azucar-Planta			<b>Meta de Rendimiento:</b> 120 T/Ha			<b>Rec Unidad:</b> KG/Ha				
Yeso	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe
0	216a250	119	169	0	75	2.4	5.0	7	6.0	8
<b>Cultivo:</b>						<b>Rec Unidad:</b>				
Yeso	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Mg	S	B	Cu	Mn	Zn	Fe

### 3. Interpretación de resultados.

El análisis químico permite fertilizar los terrenos de manera adecuada y compensar la degradación del suelo, se expone a continuación la interpretación de los datos obtenidos en el laboratorio:

1.- Si su pH del suelo resulta ácido (pH inferior a 6.0 y %H superior a 20),

aplique la dosis de Cal recomendada por el Laboratorio, por lo menos 2 a 3 meses antes de la siembra. Si no realiza la aplicación de esta enmienda no obtendrá la meta de rendimiento esperada y la inversión en fertilizante no dará los resultados esperados.

2.- En suelos de reacción ácida (pH inferior a 6.0), se dará preferencia a la aplicación de fuentes de fertilizantes que tengan reacción básica o neutra. En la mayoría de los cultivos, el pH que se considera óptimo va de 6.0 a 6.5. Así mismo, en suelos que presenten bajos niveles de calcio, magnesio y/o azufre, se preferirá emplear fertilizantes que contengan éstos elementos.

3.- Si el nivel de Sodio resulta alto (arriba de 9% de saturación) y/o el nivel de Boro también alto (arriba de 3.0 ppm), aplique la dosis de Yeso Agrícola recomendada por el Laboratorio. Si no realiza la aplicación de esta enmienda no obtendrá la meta de rendimiento esperada y, también en éste caso, se desperdiciará la inversión en fertilizante.

4.- En suelos de reacción alcalina (pH arriba de 7.5), se dará preferencia a la aplicación de fuentes de fertilizantes que tengan reacción ácida. En caso de que el suelo tenga problemas de alto nivel de sodio y/o sales, no se debe aplicar cloruro de potasio.

5.-El nitrógeno no existe en el suelo en forma mineral natural como los otros nutrientes vegetales. Este elemento debe provenir del aire el cual contiene aproximadamente 78 % de nitrógeno. Sin embargo, para que los cultivos puedan utilizar este nitrógeno, debe estar combinado con hidrógeno u oxígeno, lo cual resulta en la formación de amoníaco o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Este proceso se denomina la "fijación del nitrógeno". El nitrógeno también es devuelto al suelo en forma de materiales orgánicos, los cuales se derivan de plantas y animales muertos y desechos de éstos últimos. Estos materiales son generalmente insolubles en agua y son reducidos por descomposición biológica, oxidación, reducción y siendo finalmente mineralizados a nitratos para uso de las plantas. Este reciclaje del nitrógeno de materia orgánica al suelo, y de éste a las plantas, es parte del ciclo del nitrógeno.

Los análisis de suelo reportan el contenido de materia orgánica como un porcentaje de peso del suelo. La materia orgánica por lo general contiene de 5 a 6% de nitrógeno; sin embargo, solo del 2 al 4% del nitrógeno total de ésta fracción estará disponible para las plantas durante la temporada de

crecimiento. La cantidad neta proporcionada depende en gran medida del clima (temperatura y lluvia), aireación del suelo, pH, tipo de material que está en procesos de descomposición (diferentes niveles de la Relación C/N), estado de descomposición y otros factores. Debido a esto, es difícil calcular con anticipación cual será la liberación del nitrógeno. Por ello se utilizan valores estimados. (Ver Cuadro 1). Cuando el nitrógeno del suelo está presente en su forma disponible de nitrato, la cantidad puede medirse y ser considerada en los cálculos de nitrógeno disponible total en la programación del Plan de fertilización. En sistemas de riego, la capacidad de retención de humedad y la velocidad de infiltración son dos propiedades del suelo muy importantes. El suelo no debe saturarse, debido a que esto produce pérdidas de nitrógeno por lixiviado, desnitrificación o volatilidad. Sin embargo, bajo ciertas condiciones, es necesario aplicar un exceso de agua para evitar la acumulación de sales.

6.- Todos los suelos tienen fósforo de reserva en compuestos de diferentes formas químicas, tales como fosfatos de hierro, aluminio o calcio. Si bien estas reservas pueden encontrarse en cantidades importantes en los suelos, las plantas pueden sufrir de deficiencia de fósforo. La entrega natural del fósforo de estos compuestos puede estar severamente limitada debido a la formación de compuestos insolubles y no disponibles de fósforo. Los suelos ácidos contienen exceso de hierro y de aluminio, y los suelos básicos contienen exceso de calcio, lo que provoca una recombinación de formas ácidas disponibles o fosfatos solubles al agua a formas menos solubles.

7.- En los reportes de resultados se presenta el resultado de potasio ( $K_2O$ ) "disponible" en partes por millón (ppm) con una barrita a color que expresa el nivel que le corresponde. Si es muy bajo, bajo, medio, óptimo o muy alto. También se expresa como Porcentaje de Saturación este mismo contenido de K con respecto a la CIC del suelo. Su valor en suelo provisto de este nutriente debe normalmente variar entre 5% y 7%. En el reporte se presenta además la relación K:Mg; que se obtiene dividiendo el % de saturación de K entre el % de saturación de Mg. Un valor próximo a 0.5 es ideal. Cuando en la interpretación final resulta muy bajo o bajo el nivel del K, existirá alta probabilidad de respuesta a la fertilización potásica; si el nivel resulta óptimo el criterio será aplicar K suficiente para satisfacer al menos la extracción del cultivo; si el nivel resulta alto o muy alto, existirá poca probabilidad de respuesta a la aplicación de K y la dosis a recomendar será "0" kg de K. Algunas veces cuando los niveles de K resultan altos pero el

porcentaje de saturación de K es bajo; el criterio será aplicar algo extra de K para compensar dicha reserva y además mejorar el balance.

8.- En los reportes de resultados se presenta el resultado de Mg "disponible" en ppm con una barrita a color que expresa el nivel que le corresponde. Si es muy bajo, bajo, medio, óptimo, etc. También se expresa como Porcentaje de Saturación este mismo contenido de Mg con respecto a la CIC del suelo: El valor en suelo provisto por este nutriente debe estar normalmente entre 10% y 20%. En el reporte se presenta además la relación K:Mg que se obtiene dividiendo el % de saturación de K entre el % de saturación de Mg. Un valor próximo a 0.5 es ideal.

Cuando en la interpretación final resulta muy bajo o bajo el nivel del Mg, existirá alta probabilidad de respuesta a la fertilización magnésica; si el nivel resulta óptimo el criterio será aplicar Mg suficiente para satisfacer al menos la extracción del cultivo; si el nivel resulta alto o muy alto, existirá poca probabilidad de respuesta a la aplicación de Mg y la dosis a recomendar será "0" Kg de Mg. Algunas veces cuando los niveles de Mg resultan altos pero el porcentaje de saturación de Mg está por debajo de 10%, o si el contenido de potasio es tan alto que bloquea su absorción; el criterio será aplicar algo extra de Mg para compensar dicha reserva y además ir mejorando el balance.

9.- En el reporte de análisis de suelo, se presentan los porcentajes de saturación de cationes (%K, %Ca, %Mg, %Na y %H).

10.- Si se recomienda aplicar micro-nutrientes estos pueden ser incluidos dentro de la mezcla física con los elementos mayores y secundarios aplicados directamente al suelo. Los micro-nutrientes también se pueden aplicar en aspersión líquida foliar en una o varias aplicaciones.

11.- Con el conocimiento de la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC en meq/100g), el agricultor puede estimar en términos generales la textura que tiene su suelo. Recuerde que en suelos de textura gruesa y aún media, obtendrá mejores resultados si aplica la dosis de nitrógeno (N) y potasio (K<sub>2</sub>O) fraccionada en dos o más partes. Por ejemplo, mitad a la siembra y la otra mitad antes de cierre de campo.

12.-La acción del fertilizante es más eficiente cuando se aplica en banda, enterrado, que cuando se aplica al voleo en la superficie. Enterrado en

banda se evitan pérdidas considerables de nitrógeno por volatilización. Controlando todos éstos parámetros controlables que hemos aquí brevemente reseñado no necesariamente añadimos capacidad de producción, sino que manejamos elementos que impactan a la raíz o al desarrollo del cultivo y con ello evitamos las pérdidas ocasionadas por el estrés que provoca en las plantas un medio ambiente no propicio. El controlar éstos parámetros siempre va a tener un costo económico. Lo importante en la Agricultura razonada es que el beneficio final que vamos a obtener en cuanto cantidad de producción, calidad de la misma y control ambiental , sea significativamente mayor que el costo total.

#### **4. Muestreo de suelos.**

Por cada parcela de tierra uniforme (no mayor de 5 hectáreas), tomar una muestra compuesta constituida de 4 a 5 sub muestras simples, ubicadas al azar o en zig-zag. Tome la muestra de 25 a 30 cm de profundidad, ya que esta capa es la más afectada por la fertilización o la enmienda del suelo. Cuando el suelo no es uniforme se debe muestrear superficies menores. Frecuencia: Al menos una vez por ciclo agrícola. La representatividad de la muestra es esencial para obtener resultados confiables.

#### **5. Aplicaciones prácticas e Importancia del análisis químico.**

- Agricultura convencional y orgánica
- Restauración de suelos degradados
- Zonificación agroecológica
- Modelos predictivos de rendimiento
- Diagnóstico de deficiencias nutricionales
- Optimización del uso de fertilizantes
- Prevención de la contaminación por exceso de nutrientes
- Mejora de la productividad agrícola
- Apoyo a la toma de decisiones en sistemas de agricultura de precisión

#### **6. Casos de estudio a nivel mundial.**

- Grecia, Costa Rica: Implementación de análisis químico en el laboratorio universitario para apoyar al sector agrícola local

- INTA, Costa Rica: Manual técnico sobre muestreo y análisis para diagnóstico de fertilidad
- Chapingo, México: Investigación sobre propiedades químicas en suelos forestales y agrícolas

## **7. Conclusiones.**

El análisis químico de la fertilidad de suelos es una herramienta esencial para el manejo racional de los recursos agrícolas. Su aplicación permite mejorar la eficiencia productiva, reducir impactos ambientales y promover la sostenibilidad. La integración de estos análisis en políticas públicas y programas de extensión agrícola es clave para enfrentar los desafíos del siglo XXI.

### *Referencias:*

- Pérez-López, E. (2013). *Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia. InterSedes*
- Schweizer Lassaga, S. (2011). *Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. INTA/MAG Costa Rica*
- Pérez Cortés, F. (2020). *Muestreo y determinación de propiedades físicas y químicas de suelos. Universidad Autónoma Chapingo.*

**Para más información :**



**Laboratorios A-L de México S.A. de C.V.**

Calle Esmeralda # 2847. Colonia Verde Valle.

44550 Guadalajara, Jalisco, México.

Portal web : [www.laboratoriosaldemexico.com.mx](http://www.laboratoriosaldemexico.com.mx)

Tel. 33 3123 1823 y 33 3121 7925. WhatsApp 33 28 03 79 60.

Contacto: Ing. Manuel Aldana. [maaldana@allabs.com](mailto:maaldana@allabs.com).

