

**Secretos de un Suelo Sano 53**

# **El Cultivo de Maíz**

**Los Secretos de una Gestión Adecuada**

## **CONTENIDO**

1. La Gestión de la Fertilidad del Suelo
2. Los Análisis Físicos del Suelo
3. Los Análisis Químicos del Suelo
4. La Salinidad del Suelo
5. Los Análisis Biológicos del Suelo
6. El Control de Calidad de Composta y Vermicomposta

**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). Más informes : [kcalderon@allabs.com](mailto:kcalderon@allabs.com).

# El Cultivo de Maíz.

## LOS SECRETOS DE UNA GESTIÓN ADECUADA.

2025-2026

Clima. El maíz es una planta de climas cálidos que precisa de altas temperaturas y elevada iluminación para poder desarrollar su gran actividad fotosintética. Para su crecimiento activo la temperatura debe situarse sobre los 25 / 30 ° C. Por encima de los 40° C la planta vegeta mal. Para el cultivo de maíz se prefieren suelos no pesados con buen drenaje que permitan la circulación del agua, sin encharcamientos.

### LA GESTIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.

La eficacia de la gestión del suelo se evalúa mediante indicadores físicos, químicos y biológicos. Estos tres tipos de controles son necesarios para implementar una adecuada fertilización que garantice niveles óptimos de nutrición de las plantas. Y que redunde en buena calidad del cultivo y altos rendimientos en toneladas de maíz por hectárea.

*Ver Diagrama 1. Control de la fertilidad del suelo.*

En el proceso de fertilización del suelo, un equilibrado "*Balance de nutrientes*" es crucial para que el maíz crezca de forma saludable y rinda al máximo. Un desequilibrio puede causar:

- Deficiencias (como hojas amarillas por falta de nitrógeno).
- Excesos (que pueden contaminar el agua o dañar la planta).

Para saber si el balance es adecuado se utiliza:

- **El Análisis de Fertilidad del suelo** antes de sembrar.
- **El Análisis Foliar** en plantas jóvenes en etapa de crecimiento, para establecer si los niveles de nutrición son los adecuados.

Para un control más sofisticado se realizan pruebas de actividad biológica del suelo, como la Relación C:N, que es una medición indirecta de la actividad microbiana. O bien, la medición directa de la Biomasa microbiana. En trabajos de investigación se suelen utilizar otros indicadores de Salud del Suelo. Los más usuales son la presencia de microorganismos beneficiosos, así como el "Índice de Estabilidad Biológica" (IEB). Un aumento en la actividad biológica es un buen indicador de un suelo saludable.

# A. Los análisis físicos del suelo.

## 1.Textura del suelo.

Se refiere a la proporción de partículas minerales en el suelo, como arena, limo y arcilla. Para el cultivo de maíz, lo ideal es un suelo de **textura franca a franco-arcillosa**, ya que ofrece buen drenaje y retención de humedad, evitando problemas de compactación o exceso de agua. Ver gráfica 2. *Triángulo de texturas*.

## 2.Densidad aparente del suelo.

Es la relación entre la masa del suelo seco y su volumen total, incluyendo los espacios porosos. Esta medición **está relacionada con la porosidad del suelo**, ya que un suelo con alta densidad aparente tiene menos espacio para el aire y el agua, afectando la retención de humedad y el crecimiento de las raíces.

## 3. Retención de agua del suelo.

En sistemas de riego es importante medir la *Capacidad de Retención de agua*. Esto se determina mediante dos parámetros (a) la Capacidad de Campo (cantidad de agua retenida después de la saturación) y (b) el Punto de Marchitez Permanente (el nivel de humedad en el que las plantas ya no pueden absorber agua).

## 4. La Conductividad Eléctrica del suelo,(C.E).

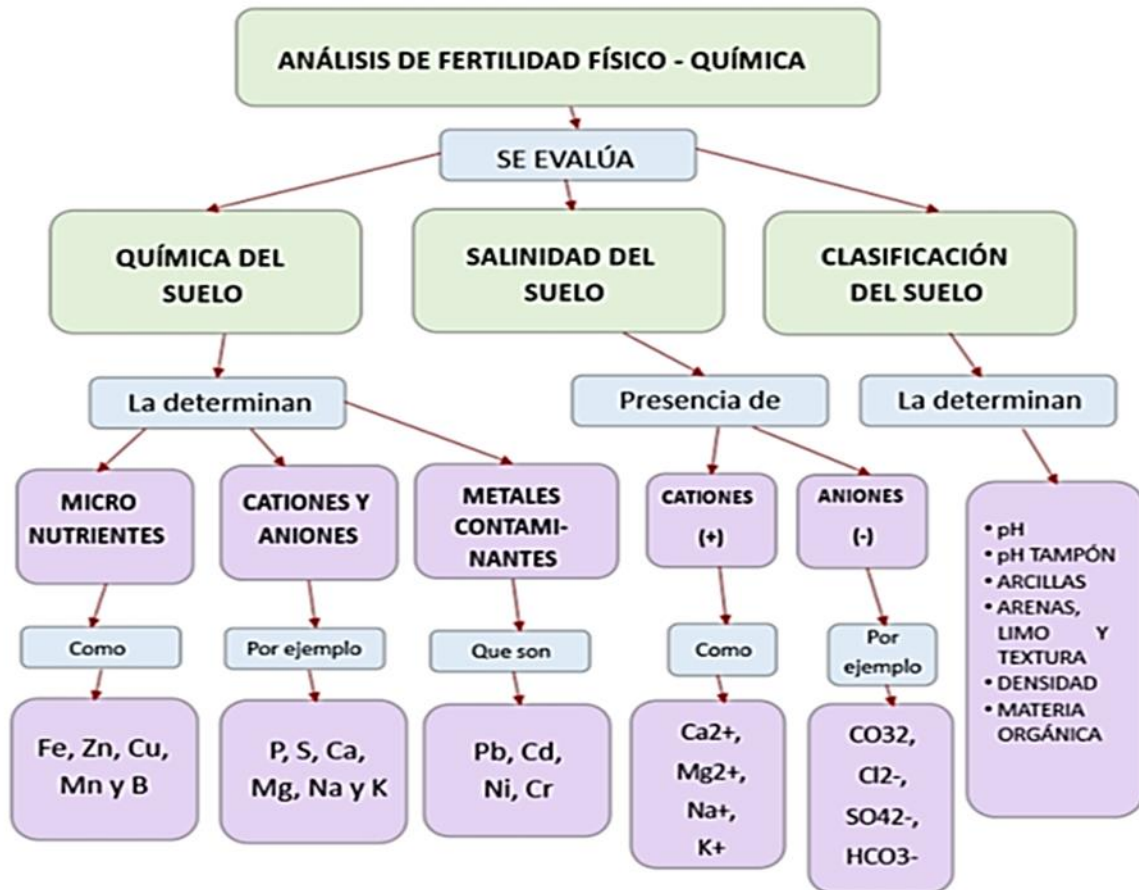
Esta es una medición indirecta que hace referencia a la concentración de sales que se encuentran en la solución del suelo y que están disponibles para la planta. Es una medición indirecta de la mayor o menor salinidad del suelo. Ver la gráfica 3. *Conductividad y Grados de Salinidad de suelos*.

## 4.El pH del suelo.

El cultivo del Maíz se desarrolla bien dentro de un amplio rango de pH pero, como los hongos que provocan daños en la raíz se desarrollan en pH muy ácidos, se sugieren suelos tan solo ligeramente ácidos ; de 6.0 a 6.5. La presencia de un pH elevado en ausencia de carbonatos puede ser indicio de salinidad en el suelo o en el agua de riego. Ver Gráfica 4. *Disponibilidad de Nutrientes de acuerdo al pH*.

Diagrama 1.

## El Control de la Fertilidad del Suelo.



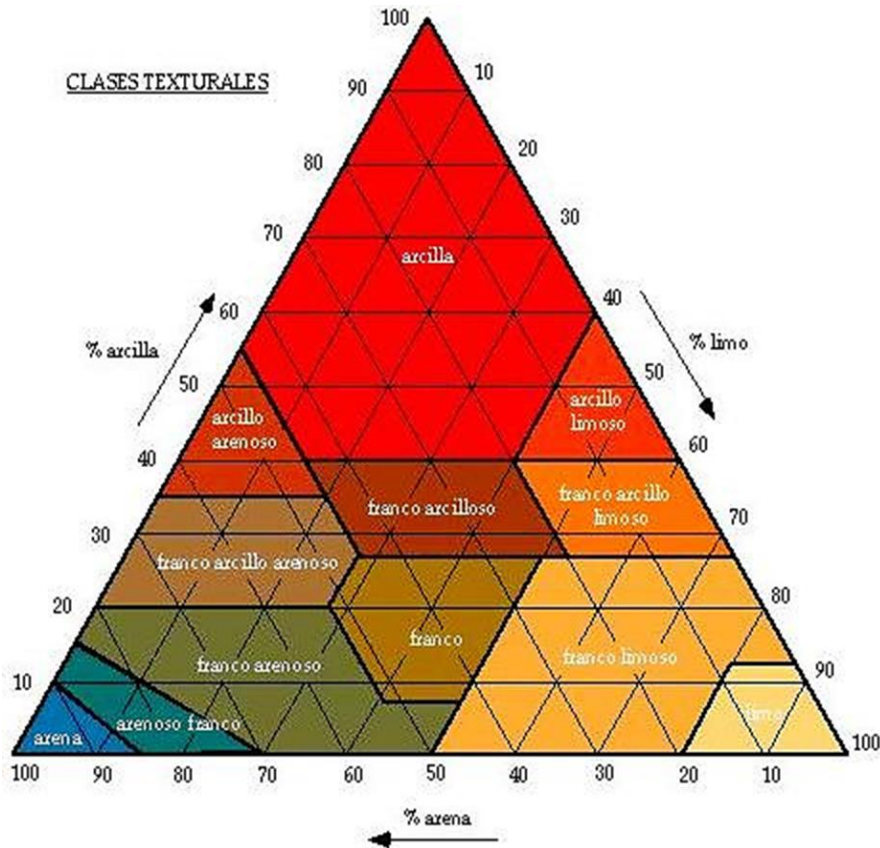
### 5.El contenido de Materia Orgánica (M.O).

Un componente importante del suelo es la materia orgánica. Un bajo contenido de materia orgánica indica un estado de pobreza mucho más grave en un suelo arcilloso, donde la descomposición es normalmente lenta, menos rápida que en uno arenoso. La materia orgánica presente en el suelo actúa directamente en el mejoramiento de la estructura del suelo realizando una acción quelatante hacia los nutrientes y garantizando la actividad de los microorganismos beneficiosos del suelo. De ahí la importancia en mantener niveles óptimos de M.O. Ver la gráfica 5. Niveles de Materia Orgánica.

## 6. La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC).

Indica la capacidad del suelo para retener sales nutrientes y de esta forma disponer de ellas en base a su capacidad de retención. Es decir, la CIC determina la capacidad del suelo para retener y liberar cationes como calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K). Suelos con alta CIC tienen una

**Gráfica 2.**  
*Triángulo de Texturas.*



### Gráfica 3.

## Conductividad y Grados de Salinidad de suelos.

Decisiemens por metro (dS/m)

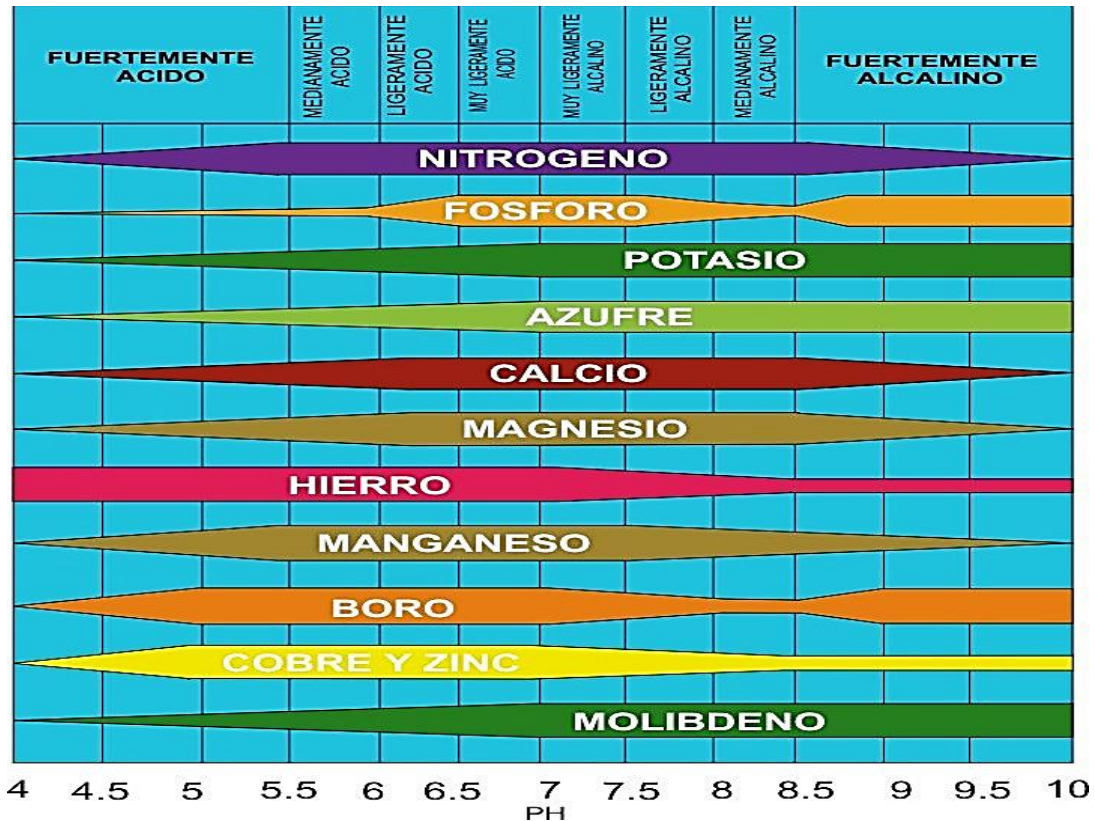
- 0 - 2 Suelos normales.**
- 2 - 4 Quedan afectados los rendimientos de los cultivos muy sensibles. Suelos ligeramente salinos.**
- 4 - 8 Quedan afectados los rendimientos de la mayoría de los cultivos. Suelos salinos.**
- 8-16 Sólo se obtienen rendimientos aceptables en los cultivos tolerantes. Suelos fuertemente salinos.**
- > 16 Muy pocos cultivos dan rendimientos aceptables. Suelos extremadamente salinos.**

United States Salinity Laboratory de Riverside.



Gráfica 4.

## Disponibilidad de Nutrientes con Relación al pH.



Gráfica 5.

## Niveles de materia orgánica en suelos.

|          |           |           |           |       |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Muy Bajo | Bajo      | Medio     | Adecuado  | Alto  |
| 0 – 1.7  | 1.8 – 3.6 | 3.7 – 5.9 | 6.0 – 8.5 | > 8.6 |

*Loss on Ignition method.*

mayor capacidad para suministrar nutrientes esenciales a las raíces de las plantas, mejorando la productividad. Los cationes son iones con carga positiva. Los minerales arcillosos y la materia orgánica del suelo suelen tener carga negativa, lo que les permite atraer y retener cationes esenciales para las plantas. Los principales cationes que participan en el intercambio catiónico incluyen a los siguientes 11 elementos:

**Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ); Magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ); Potasio ( $\text{K}^+$ ); Amonio ( $\text{NH}_4^+$ ); Sodio ( $\text{Na}^+$ ) ; Hidrógeno ( $\text{H}^+$ ) Aluminio ( $\text{Al}^{3+}$ ); Hierro ( $\text{Fe}^{2+}$  o  $\text{Fe}^{3+}$ ); Manganeso ( $\text{Mn}^{2+}$ ); Cobre ( $\text{Cu}^{2+}$ ) ; y Zinc ( $\text{Zn}^{2+}$ ).**

Se tienen identificadas las relaciones específicas entre los cuatro cationes básicos del suelo ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$ ) que conviene mantener para garantizar una buena fertilidad y estructura del suelo. Estas relaciones afectan la disponibilidad de nutrientes para las plantas y la estabilidad del suelo. Los valores óptimos entre estas relaciones pueden variar según el tipo de suelo y cultivo, pero en general, se recomienda mantener las siguientes proporciones en lo que en los reportes de suelo de nuestro laboratorio denomina como la "Saturación de bases":

#### **VALORES DE SATURACIÓN DE BASES.**

**% Hidrógeno (H ) : < 20.**

**% Calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ): 50-75% de la CIC.**

**% Magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ): 10-20% de la CIC.**

**% Potasio ( $\text{K}^+$ ): 5-7 % de la CIC.**

**% Sodio ( $\text{Na}^+$ ): < 9 de la CIC.**

#### **PROPORCIONES RELATIVAS DE CATIONES**

**Relación K / Mg = 0.25 - 0.50      Relación Ca / Mg = 6.0 - 7.5**

Estas relaciones son importantes pues deben estar en un equilibrio adecuado. **Ca/Mg:** una relación de aproximadamente 6:1 es considerada ideal para la estructura del suelo y la absorción de nutrientes.



**K<sup>+</sup> y Mg<sup>2+</sup>:** Un exceso de magnesio puede reducir la disponibilidad de potasio para las plantas, por lo que se recomienda mantener una proporción equilibrada.

**Na<sup>+</sup>:** Debe mantenerse bajo para evitar problemas de salinidad y compactación del suelo.

*Ver la gráfica N° 6. La Capacidad de Intercambio de Cationes.*

En resumen, las proporciones entre Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> y Na<sup>+</sup> afectan la estructura del suelo, la disponibilidad de nutrientes y la absorción por las plantas. Un equilibrio adecuado mejora la retención de agua, la aireación y la actividad microbiana, favoreciendo el crecimiento vegetal.

- Exceso de calcio (Ca<sup>2+</sup>): Puede mejorar la estructura del suelo, pero en exceso puede reducir la disponibilidad de Mg<sup>2+</sup>, K<sup>+</sup> y otros micronutrientes.
- Exceso de magnesio (Mg<sup>2+</sup>): Puede provocar compactación del suelo, reduciendo la infiltración de agua y afectando la absorción de K<sup>+</sup> y Ca<sup>2+</sup>.
- Exceso de sodio (Na<sup>+</sup>): Puede causar salinización, afectando la estructura del suelo y la absorción de agua por las raíces.
- Equilibrio adecuado: Favorece la absorción eficiente de nutrientes, evitando antagonismos entre cationes.

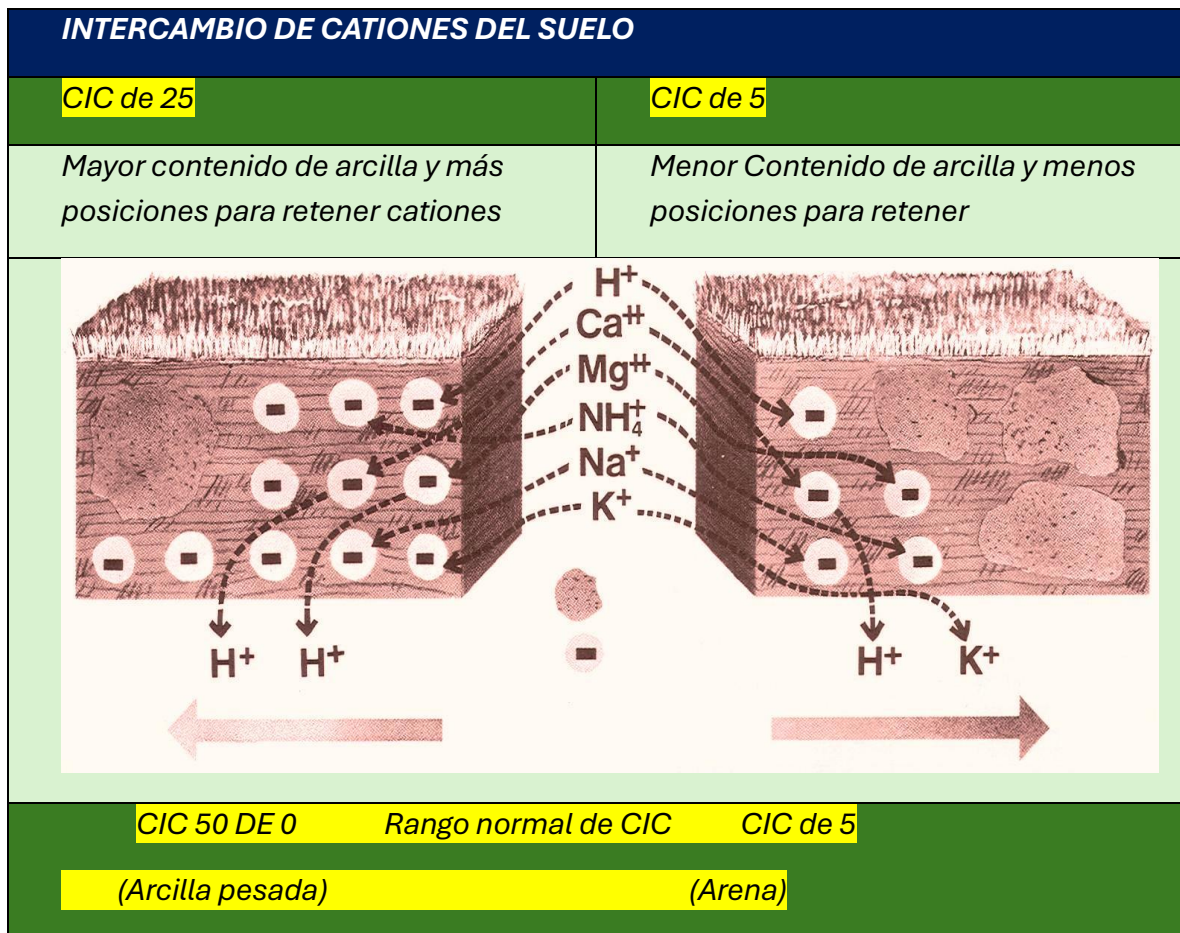
## **7. Diferencias entre tipos de suelos con alto Ca<sup>2+</sup> vs. Suelos con alto Mg<sup>2+</sup>**

### **Suelos con alto Ca<sup>2+</sup>:**

- Suelen ser bien estructurados, con buena aireación y drenaje.
- Favorecen el crecimiento radicular y la actividad microbiana.
- Pueden reducir la disponibilidad de Mg<sup>2+</sup> y K<sup>+</sup> si el Ca<sup>2+</sup> está en exceso.

Gráfica 6.

## La Capacidad de Intercambio de Cationes



### Suelos con alto $Mg^{2+}$ :

- Tienden a ser más compactos, con menor infiltración de agua.
- Pueden dificultar la absorción de  $Ca^{2+}$  y  $K^{+}$  por las plantas.
- Suelen requerir enmiendas con calcio para mejorar la estructura.

Los suelos con alto calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) y los suelos con alto potasio ( $\text{K}^+$ ) tienen características distintas que afectan la fertilidad y la estructura del suelo.

#### **Suelos con alto calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ).**

- Buena estructura: Favorecen la formación de agregados estables, mejorando la aireación y el drenaje.
- Mayor disponibilidad de nutrientes: Facilitan la absorción de otros cationes como  $\text{Mg}^{2+}$  y  $\text{K}^+$  en niveles equilibrados.
- Menor compactación: Suelen ser más sueltos y menos propensos a la compactación.
- Posible deficiencia de  $\text{K}^+$  y  $\text{Mg}^{2+}$ : Si el calcio está en exceso, puede reducir la disponibilidad de otros nutrientes esenciales.

#### **Suelos con alto potasio ( $\text{K}^+$ ).**

- Mayor disponibilidad de  $\text{K}^+$  para las plantas: Es esencial para el crecimiento y la resistencia al estrés.
- Posible antagonismo con  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ : Un exceso de  $\text{K}^+$  puede reducir la absorción de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ , afectando la nutrición vegetal.
- Estructura menos estable: En algunos casos, altos niveles de  $\text{K}^+$  pueden afectar la estabilidad de los agregados del suelo.
- Mayor riesgo de lixiviación: El potasio es más móvil en el suelo y puede perderse con facilidad en suelos arenosos o con drenaje excesivo.

## **B. Los Análisis Químicos del Suelo.**

En los reportes de fertilidad de suelo que entrega el Laboratorio AL de México, se especifican los requerimientos que tiene el suelo para elementos nutrientes; tanto macronutrientes (NPK), como elementos secundarios Ca, Mg, S) y los microelementos. En el mismo reporte se dan recomendaciones de fertilización para dichos nutrientes en función de las expectativas de rendimiento del en Kgs/hectárea.

Para establecer un *Programa de Fertilización* adecuado a un determinado cultivo, es fundamental analizar los siguientes **elementos químicos** en el suelo agrícola:

**Macronutrientes esenciales** (los más requeridos por las plantas):

1. **Nitrógeno (N)**: Favorece el crecimiento vegetativo y la producción de hojas verdes.

2. **Fósforo (P)**: Impulsa el desarrollo de raíces, flores y frutos.
3. **Potasio (K)**: Mejora la resistencia a enfermedades y regula el metabolismo de la planta.

**Elementos secundarios** (requeridos en menor cantidad):

4. **Calcio (Ca)**: Fortalece las paredes celulares y mejora la absorción de otros nutrientes.
5. **Magnesio (Mg)**: Es clave en la fotosíntesis, ya que forma parte de la clorofila.
6. **Azufre (S)**: Participa en la formación de proteínas y mejora la calidad de los cultivos.

**Micronutrientes** (necesarios en pequeñas cantidades):

7. **Hierro (Fe)**: Esencial para la producción de clorofila y la respiración celular.
8. **Zinc (Zn)**: Influye en el crecimiento y la producción de hormonas vegetales.
9. **Manganeso (Mn)**: Activa enzimas y participa en la fotosíntesis.
10. **Cobre (Cu)**: Ayuda en la formación de lignina y la resistencia a enfermedades.
11. **Boro (B)**: Fundamental para la formación de flores y frutos.

El análisis químico del suelo permite ver el Balance de Nutrientes. En la gráfica siguiente, por el tamaño de las barras de colores, se puede observar que el suelo tiene una situación de nutrientes gravemente desbalanceada. *Ver gráfica 7. El Reporte de Fertilidad del Suelo.*

## **Puntos clave en programas de fertilización.**

El cultivo de maíz requiere una nutrición equilibrada para maximizar su rendimiento. Algunos puntos clave incluyen:

**Nitrógeno (N)**: Esencial para el crecimiento vegetativo. Se recomienda aplicar en varias etapas, especialmente en la fase de desarrollo temprano.

**Fósforo (P)**: Favorece el desarrollo de raíces y la floración. Se debe aplicar antes de la siembra.

**Potasio (K)**: Mejora la calidad del grano y la resistencia a enfermedades.

**Azufre (S)**: Importante para la síntesis de proteínas.

**Calcio (Ca) y Magnesio (Mg)**: Mejoran la estructura celular y la fotosíntesis.



Esmeralda #2847 Col. Verde Valle C.P. 44550 Guadalajara, México  
Tel: (33) 3121-7925 (33) 3123-1823 Sitio web: [www.westanalitica.com.mx](http://www.westanalitica.com.mx)  
Servicios a clientes: [maldana@allabs.com](mailto:maldana@allabs.com)

|                    |                                  |                                                                    |        |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------|
| Compañía / Empresa | Agricultor                       | Reporte<br>Cuenta<br>Fecha<br>Pagina<br>A-L Agronomo<br>Oscar Ruiz | 1 of 1 |
|                    | Granja:<br>Recepción: 29/05/2025 |                                                                    |        |

Firma

## RECOMENDACIÓN

KG/Ha

Comentarios :

### Maíz- Alto Rendimiento

- Aplique cal dolomítica para corregir el pH.

## Sugerencias del Laboratorio.

**Relación C:N del suelo.** Es conveniente que al menos una vez – por ciclo y por predio -se verifique la Relación C/N del suelo. Este control es importante dado que es una evaluación indirecta de la actividad microbológica del suelo. La actividad microbológica es esencial en la sostenibilidad y productividad de los cultivos. *Ver el inciso D "Los Análisis Biológicos del Suelo".*

**Corroborar la validez de la fertilización.** Las recomendaciones de fertilización en cada muestra individual de un predio, son muy útiles para, en base a ellas, establecer una fórmula general de fertilización. Estas fórmulas tienen un impacto significativo en la gestión agronómica de los suelos, pero, como ninguna muestra de suelo es 100 % representativa de un predio, nuestro laboratorio recomienda corroborar – en forma posterior - el estado nutricional de las plantas jóvenes. En caso de ser necesario, se aplicarían correcciones a base de fertilizantes foliares.

## El Estado Nutricional del Maíz.

Los análisis de nutrición en plantas jóvenes son sumamente útiles porque complementan la información que proporciona el análisis de suelo. Aunque el análisis de suelo indica la disponibilidad de nutrientes, no siempre refleja lo que la planta realmente está absorbiendo. Evaluar el estado nutricional de plantas de maíz jóvenes es crucial para garantizar su desarrollo óptimo. Un adecuado suministro de nutrientes influye en el crecimiento, la resistencia a enfermedades y la calidad de la producción futura. Se utilizan análisis foliares y de suelo para determinar la disponibilidad de los elementos nutrientes.

El análisis foliar del cultivo de maíz muestra la absorción efectiva de los nutrientes y cómo se distribuyen en la planta, lo que ayuda a detectar deficiencias antes de que afecten el crecimiento. Además, algunos factores como el pH del suelo, la actividad microbiana y la competencia entre nutrientes pueden influir en la absorción, haciendo que el contenido del suelo no siempre se traduzca en una nutrición adecuada para las plantas.

Para un análisis de diagnóstico nutricional, el muestreo se realiza dentro de un área en la que se espera una respuesta, por ejemplo, un cultivo con bajo rendimiento, un grupo de plantas con síntomas anormales (hojas cloróticas, pequeñas, deformes, etc.), o simplemente donde desea controlar la fertilización aplicada.

Para obtener resultados confiables, se recomienda recolectar muestras de 15-20 hojas de maíz, una por planta, dentro de un área homogénea. Si

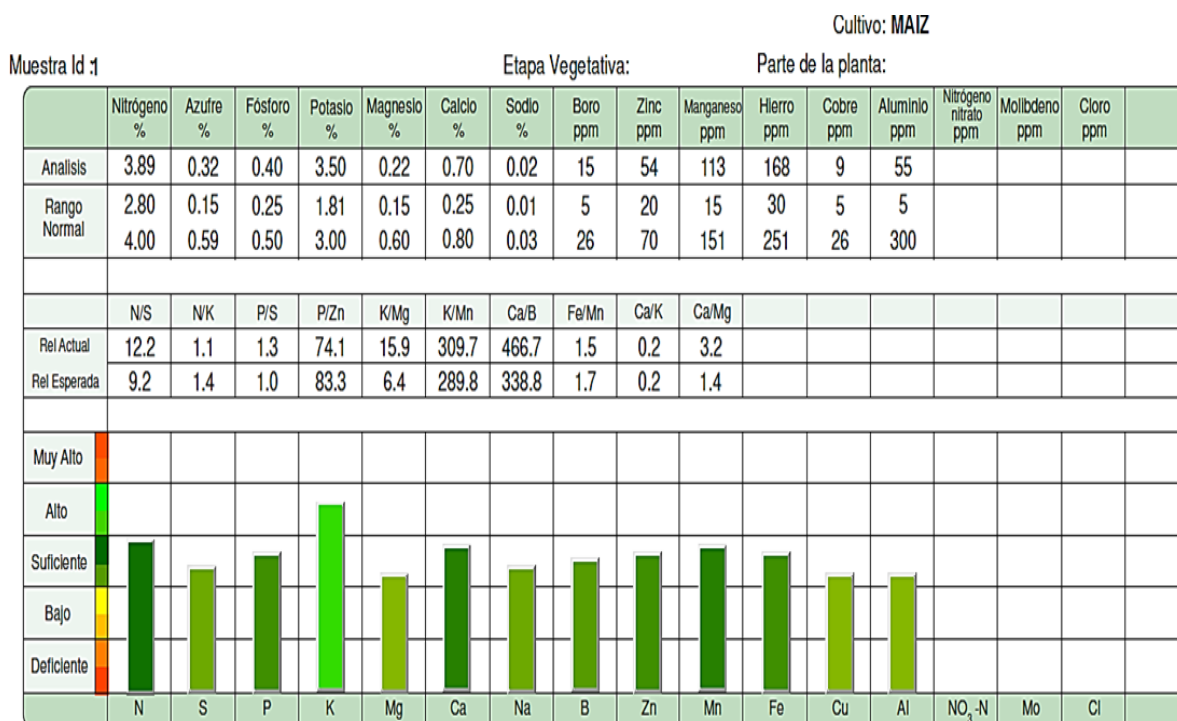
hay sectores con diferencias significativas en vigor o coloración, se recomienda tomar muestras separadas. El laboratorio presenta el Estado Nutricional de la planta de maíz en un informe foliar donde se detalla la concentración de los nutrientes esenciales: Nitrógeno, Azufre, Fósforo, Potasio, Magnesio, Calcio, Sodio, Boro, Zinc, Hierro, Manganese, Cobre, Aluminio. Se muestran, además, 10 Relaciones: N/S; N/K; P/S; P/Zn; K/Mg; K/Mn; Ca/K; Ca/Mg; Ca/B; Fe/Mn.

Ver la Gráfica 8 donde se muestra el formato utilizado para nuestro Reporte del Estado Nutricional. Ver también, EL CULTIVO DEL MAÍZ. Portal Web, Capítulo "Información y Conocimiento", Sección, "Fichas de Cultivo".

## GRÁFICA 8.

### REPORTE FOLIAR.

## ESTADO NUTRICIONAL DE LA PLANTA.



Comentarios :

02002) Los niveles de nutrientes son los adecuados.



## C. LA SALINIDAD DEL SUELO.

### 3.1. Efectos de la salinidad en el cultivo de maíz.

- **La salinidad del suelo** puede afectar muy significativamente el buen desarrollo y el óptimo rendimiento de los cultivos. Es otra variable importante que hay que tener en mente.
- **Estrés hídrico:** La salinidad reduce la capacidad de la planta de la vida para absorber agua, lo que puede afectar su crecimiento.
- **Acumulación de sales en la planta:** Puede provocar toxicidad, afectando la fotosíntesis y la producción de mazorcas.
- **Reducción del rendimiento:** La salinidad puede disminuir la producción de mazorca y afectar la uniformidad de los racimos.

### 3.2. Límites de tolerancia del sodio en suelos.

- La **conductividad eléctrica (CE)** del suelo es un indicador clave de la salinidad. Se recomienda que la CE esté por debajo de **4 dS/m** para evitar efectos negativos.
- En cuanto al **sodio**, los suelos con niveles superiores al **15% de saturación de sodio** pueden afectar la estructura del suelo y la absorción de nutrientes. Por precaución, nuestro laboratorio establece un límite máximo de 9.
- La relación **K / Na** es importante, ya que un exceso de sodio puede interferir con la absorción de potasio, afectando la calidad del cultivo.

### 3.3. Salinidad en Extracto de Pasta Saturada. Análisis Opcional.

- La salinidad mide la cantidad de sales disueltas en el suelo, las cuales pueden afectar negativamente la absorción de agua y nutrientes. Es crucial mantener bajos niveles de salinidad para evitar estrés hídrico y desequilibrio nutricional en las plantas. Se sugiere este análisis adicional solo si la conductividad y el contenido de sodio (Na) están fuera de normas.
- *Ver Gráfica 9. Formato del Reporte de Salinidad mediante Extracto en Pasta Saturada.*

## Gráfica 9.

# El Reporte De Salinidad.



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

Esmeralda #2847 Col. Verde Valle C.P. 44550 Guadalajara, México  
Tel: (33) 3121-7925 (33) 3123-1823 Sitio web: www.westanalitica.com.mx  
Servicios a clientes: maldana@allabs.com

### ANÁLISIS EN EXTRACTO DE PASTA SATURADA

|            |              |                                                                                       |
|------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| COMPañIA : | Agricultor : | Fecha de impresión : 03/12/2025<br>Fecha de recepción : 02/26/2025<br>Página : 1 de 1 |
|------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------|

Identificación de la muestra : 2+086 Lechera G.

### RESULTADOS DEL EXTRACTO DE SATURACIÓN

| Prueba                          | Resultado  | Efecto Sobre el Crecimiento de las Plantas |                                  |                               |                                           |                           |
|---------------------------------|------------|--------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------|
|                                 |            | Insignificante                             | Restringido a Cultivos Sensibles | Restringido a Muchos Cultivos | Satisfactorios Sólo a Cultivos Tolerantes | Pocos Cultivos Sobreviven |
| Calcio (Ca)                     | 14.6 meq/L |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Magnesio (Mg)                   | 3.0 meq/L  |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Sodio (Na)                      | 16.0 meq/L |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Rel. Adsorción de Sodio (RAS)   | 5.4        |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Potasio (K)                     | 3.2 meq/L  |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Cloruro (Cl)                    | 3.3 meq/L  |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Sulfato (SO <sub>4</sub> )      | 19.4 meq/L |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Carbonato (CO <sub>3</sub> )    | 0 meq/L    |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> ) | 3.37 meq/L |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Fosfato PO <sub>4</sub> -       | 0.0 meq/L  |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Nitrato NO <sub>3</sub> -       | 5.7 meq/L  |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Conductividad eléctrica         | 3 dS/m     |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Boro (B)                        | 0.182 ppm  |                                            |                                  |                               |                                           |                           |
| Contenido de yeso               | 265 ppm    |                                            |                                  |                               |                                           |                           |

\* La estructura y la infiltración del agua en los suelos minerales pueden verse negativamente afectados cuando hay valores de RAS mayores de 6.

| Prueba | Resultado | Fuertemente Ácido | Moderado Ácido | Ligeramente Ácido | Neutro | Ligeramente Alcalino | Moderado Alcalino | Fuertemente Alcalino | Grado de Efervescencia |
|--------|-----------|-------------------|----------------|-------------------|--------|----------------------|-------------------|----------------------|------------------------|
| pH     | 7.6       |                   |                |                   |        |                      |                   |                      | Alto                   |

### RESULTADOS DEL BALANCE IÓNICO

| CATIONES         |                  | meq/L |
|------------------|------------------|-------|
| Sodio            | Na <sup>+</sup>  | 16.0  |
| Calcio           | Ca <sup>+2</sup> | 14.6  |
| Magnesio         | Mg <sup>+2</sup> | 3.0   |
| Potasio          | K <sup>+</sup>   | 3.2   |
| SUMA DE CATIONES |                  | 36.8  |

| ANIONES         |                  | meq/L |
|-----------------|------------------|-------|
| Cloruro         | Cl               | 3.3   |
| Sulfato         | SO <sub>4</sub>  | 19.4  |
| Bicarbonato     | HCO <sub>3</sub> | 3.37  |
| Carbonato       | CO <sub>3</sub>  | 0     |
| Nitrato         | NO <sub>3</sub>  | 5.7   |
| Fosfato         | PO <sub>4</sub>  | 0.0   |
| SUMA DE ANIONES |                  | 31.76 |

## D. Los análisis biológicos del suelo

Las importantes características microbiológicas del suelo (la así llamada "Biomasa microbiana") van estrechamente asociadas a la presencia suficiente de materia orgánica y de microfauna: hongos, protozoarios, bacterias y nemátodos. Esta microfauna mejora significativamente la condición agrícola del terreno, acelerando la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

### 4.1. La Salud de un suelo agrícola .

La *salud del suelo agrícola* se refiere a su capacidad para funcionar como un ecosistema vivo que sustenta plantas, animales y humanos. Un suelo sano mantiene su estructura física, química y biológica en equilibrio, lo que permite una producción agrícola sostenible.

### 4.2. Determinación de la Salud del Suelo.

Para determinar la salud de un suelo, se evalúan varios factores:

- Salud física: Incluye la textura, densidad aparente, conductividad eléctrica y capacidad de retención de agua.
- Salud química: Se analiza la disponibilidad de nutrientes, el pH y la ausencia de toxicidades por metales pesados o contaminantes químicos.
- Salud biológica: Se mide la actividad microbiana (Relación C/N), la presencia de microorganismos beneficiosos, o bien, la cuantificación de la biomasa microbiana, y el Índice de estabilidad.

### 4.3. Relación de Carbono orgánico a Nitrógeno en suelo.

La relación C/N se considera una medición indirecta de la actividad microbiana en el suelo, y, por ende, de la Salud del Suelo. Esta relación no es un indicador absoluto. El contenido de carbono orgánico "C" representa la mayor o menor presencia en el suelo de microorganismos, los cuales dependen tanto del carbono como nitrógeno para su crecimiento y reproducción.

- Alta relación C/N ( $>20$ ): Indica que hay más carbono disponible en relación con el nitrógeno, lo que puede ralentizar la descomposición

porque los microorganismos necesitan más tiempo para procesar los materiales. Esto puede llevar a una menor actividad microbiana.

- **Baja relación C/N en suelo (<8.5):** Sugiere que hay suficiente nitrógeno para favorecer la mineralización rápida de la materia orgánica, lo que estimula la actividad microbiana y acelera la liberación de nutrientes para las plantas.

#### 4.4. Importancia de la Relación C/N en Suelo.

Conocer esta *relación* es clave para una mejor gestión de la fertilidad, del suelo ya que afecta la disponibilidad de nitrógeno para las plantas.

Una relación C/N alta (mayor a 20) puede provocar inmovilización del nitrógeno, reduciendo su disponibilidad para las plantas.

- Una relación C/N baja (cerca a 10) favorece la mineralización del nitrógeno, aumentando su disponibilidad.

Rangos de control en suelos.

- Se recomienda una relación C/N que se sitúe entre 8.5 y 11.5 para suelos agrícolas óptimos. Estos rangos dependen de la textura del suelo y el manejo del cultivo. Un equilibrio adecuado entre el carbono orgánico y el nitrógeno total es clave para la fertilidad del suelo y el desarrollo óptimo de las plantas.
- Valores superiores a 20 pueden limitar sensiblemente el crecimiento vegetal debido a la falta de nitrógeno disponible.

#### 4.5. Métodos para ajustar la relación C/N del suelo.

La relación carbono / nitrógeno (C/N) del suelo se puede modificar mediante varias estrategias:

- **Incorporación de materia orgánica:** Agregar compost, estiércol o residuos vegetales con una relación C/N adecuada.
- **Uso de cultivos de cobertura:** Plantar leguminosas como trébol o alfalfa, que fijan nitrógeno en el suelo.
- **Aplicación de fertilizantes nitrogenados:** Como urea o nitrato de amonio, para reducir una relación C/N alta.

- **Aporte de materiales ricos en carbono:** Como paja o restos de cosecha, si la relación C/N es demasiado baja.

#### 4.6. Microorganismos beneficiosos en Maíz.

Los cultivos de maíz pueden beneficiarse de diversos microorganismos que mejoran la fertilidad del suelo y protegen las plantas contra enfermedades. Algunos de los más importantes incluyen:

- **Bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPB):** Ayudan a mejorar la absorción de nutrientes y la resistencia al estrés. Ejemplos incluyen *Rhizobium* (fijación de nitrógeno) y *Bacillus* (protección contra patógenos).
- **Hongos micorrícicos:** Forman asociaciones simbióticas con las raíces de la planta, mejorando la absorción de agua y nutrientes, especialmente fósforo.
- **Trichoderma spp.:** Un hongo beneficioso que protege contra enfermedades fúngicas y estimula el crecimiento de la planta.
- **Actinobacterias:** Contribuyen a la descomposición de materia orgánica y la producción de antibióticos naturales contra patógenos.

#### 4.7. Prueba de la Biomasa microbiana.

Esta prueba, utilizada principalmente en trabajos académicos de investigación, es un indicador clave de la salud del suelo, ya que refleja la actividad biológica y la capacidad del suelo para reciclar nutrientes. La biomasa microbiana del suelo incluye una variedad de microorganismos esenciales para la fertilidad y salud del suelo. Entre los más comunes evaluados en estas pruebas están:

- Bacterias beneficiosas (*Bacillus*, *Pseudomonas*, *Azotobacter*), que ayudan en la fijación de nitrógeno y la protección contra patógenos.
- Hongos micorrícicos (*Glomus spp.*), que mejoran la absorción de nutrientes.
- Actinobacterias, que contribuyen a la descomposición de materia orgánica.

- Levaduras y nemátodos, que participan en la regulación de la microbiota del suelo.

La biomasa microbiana se mide en términos de carbono de biomasa microbiana (CBM) y nitrógeno de biomasa microbiana (NBM). Estos valores pueden expresarse en mg de C/kg de suelo o mg de N/kg de suelo. Un suelo con mayor biomasa microbiana generalmente indica mejor salud, ya que refleja una mayor actividad biológica y capacidad de reciclaje de nutrientes. Los reportes de biomasa microbiana suelen incluir:

- Valores de CBM y NBM en mg/kg de suelo.
- Proporción de hongos y bacterias, indicando el equilibrio microbiológico.
- Comparación con rangos óptimos, para evaluar si el suelo está en condiciones saludables o necesita intervención.

La interpretación del reporte depende de los valores obtenidos:

- CBM alto (>500 mg/kg): Indica suelo con buena actividad biológica.
- CBM bajo (<200 mg/kg): Puede sugerir degradación del suelo o baja materia orgánica.
- Relación hongos/bacterias: Un equilibrio adecuado favorece la estabilidad del suelo.

#### **4.8. El Índice de Estabilidad Biológica.**

El Índice de Estabilidad Biológica (IEB) es un indicador utilizado para evaluar la estabilidad de sistemas biológicos, como ecosistemas agrícolas o procesos de compostaje. Este índice se utiliza para medir la capacidad de un sistema para mantener su equilibrio frente a cambios ambientales.

El IEB puede incluir microorganismos marcadores como bacterias aerobias mesófilas, mohos, levaduras y bacterias entéricas. Por ejemplo, *Escherichia coli*, *Coliformes*, *Enterobacteriaceae*. Su presencia puede indicar estabilidad o contaminación en un determinado sistema biológico.

Las Unidades Formadora de Colonias (UFC). En microbiología se emplean las UFC/g para cuantificar microorganismos viables en una muestra sólida

o líquida. Este método permite evaluar la estabilidad biológica de un sistema. Las UFC representan el número de microorganismos viables capaces de formar colonias en un medio de cultivo. Se utilizan para estimar la cantidad de hongos o bacterias presentes en una muestra.

**El IEB** se utiliza en estudios de estabilidad de ecosistemas agrícolas, evaluación de calidad microbiológica de alimentos y agua, análisis de compostaje y control de contaminación en procesos industriales. El IEB tiene diversas aplicaciones prácticas en distintos campos, incluyendo:

- **Evaluación de calidad en alimentos y agua:** Se usa para determinar la presencia de microorganismos y garantizar la seguridad microbiológica en productos de consumo.
- **Control de procesos de compostaje:** Ayuda a medir la estabilidad de los materiales orgánicos en descomposición y su madurez para su uso como fertilizante.
- **Monitoreo de ecosistemas agrícolas:** Permite evaluar la salud del suelo y la actividad microbiana, lo que es clave para la productividad agrícola.
- **Investigación ambiental:** Se usa en estudios de contaminación y restauración ecológica para medir el impacto de agentes externos en la microbiota de un ecosistema.

El **Índice de Estabilidad Biológica** mide la actividad microbiana y su capacidad para mantener el equilibrio ecológico. Su impacto se refleja en varios aspectos:

- **Fertilidad del suelo:** Un suelo con alta estabilidad biológica suele tener una microbiota activa que mejora la disponibilidad de nutrientes esenciales para las plantas.
- **Resistencia a la degradación:** Suelos con buena estabilidad biológica son más resistentes a la erosión y la pérdida de materia orgánica.
- **Indicador de contaminación:** Cambios en el índice pueden señalar la presencia de contaminantes o el deterioro del suelo por prácticas agrícolas intensivas.

**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. [maldana@allabs.com](mailto:maldana@allabs.com).



VALORAMOS LA LIBERTAD DE INFORMACIÓN. ESTE ARTÍCULO ES GRATUITO Y PUEDE SER REPRODUCIDO SIN NINGUNA LIMITANTE.