



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

CENTRO UNIVERSITARIO UAEM TENANCINGO

INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA



UNIDAD DE APRENDIZAJE: ANÁLISIS DE AGUA SUELO Y PLANTA

TEMA: Análisis Químico e Interpretación de Muestras de Agua



AUTOR: DRA. ELIZABETH URBINA SÁNCHEZ.

AGOSTO DE 2017

PRESENTACIÓN

LA UNIDAD DE APRENDIZAJE DE INTERPRETACIÓN DE AGUA SUELO Y PLANTA ES UN CURSO-TALLER, BÁSICO QUE SE IMPARTE EN EL QUINTO PERIODO DE LA LICENCIATURA DE INGENIERO AGRÓNOMO EN FLORICULTURA CUYO OBJETO DE ESTUDIO SON: CONOCER LA CALIDAD DEL AGUA PARA USO AGRÍCOLA. CONOCER LOS NIVELES DE TOXICIDAD O DEFICIENCIA DE UN ELEMENTO EN EL SUELO, PARA CONOCER EL TIPO Y LA FERTILIDAD. ASÍ COMO CONOCER LAS CONCENTRACIONES DE LOS ELEMENTOS EN EL TEJIDO VEGETAL, CON LA FINALIDAD DE DAR UN MANEJO ADECUADO DE LOS RECURSOS. EL OBJETIVO DE ESTE MATERIAL ES ENSEÑAR AL DISCENTE A INTERPRETAR EL ANÁLISIS QUÍMICO DE MUESTRAS DE AGUA CON LA FINALIDAD DE GENERAR UN MANEJO ADECUADO DE LOS RECURSOS.

FORMA DE USO

EL PRESENTE MATERIAL SE EXPONDRÁ ANTE GRUPO Y A LA VEZ QUE SE VA A IR EXPLICANDO CADA UNO DE LOS PUNTOS QUE SE PRESENTAN EN LA DIAPOSITIVA, DE UNA MANERA MÁS EXHAUSTIVA, DE TAL MANERA QUE ESTE MATERIAL SERVIRÁ DE APOYO PARA QUE EL ALUMNO ADQUIERA LOS CONOCIMIENTOS CON MAYOR FACILIDAD.

IMPORTANCIA ANÁLISIS DE AGUA DE RIEGO

- **UN ANÁLISIS DEL AGUA DE RIEGO NOS ASEGURA LA CALIDAD DE LA MISMA Y NOS AYUDA A TOMAR LAS MEDIDAS APROPIADAS.**
- **AGUA DE BAJA CALIDAD Y ALTA CONCENTRACIÓN DE SALES SE DA TRATAMIENTO**
- **AGUAS CON PROBLEMAS LEVES DE APORTE MINERAL Y CANTIDAD DE SAL LIGERAMENTE SUPERIOR AL RECOMENDADO), PUEDE NECESITAR PEQUEÑOS CAMBIOS EN EL SUMINISTRO DE FERTILIZANTES.**

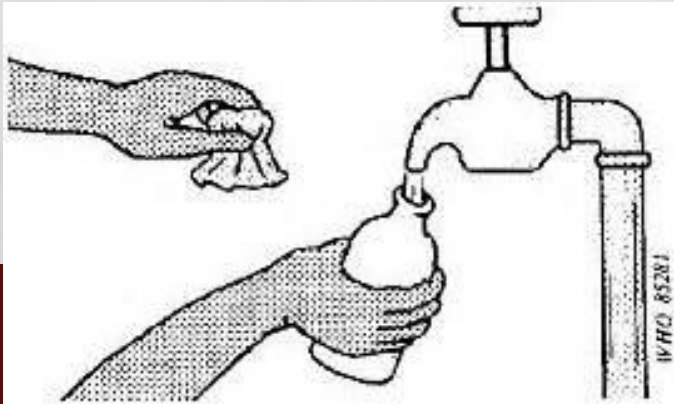
ANÁLISIS DE AGUA: TOMA DE MUESTRA

- **HOMOGÉNEA Y REPRESENTATIVA, Y**
- **EVITAR QUE NO SE MODIFIQUEN LAS PROPIEDADES DEL AGUA A ANALIZAR.**
- **SE REQUIEREN DE 0.5 A 2 LITROS DE AGUA (FÍSICO –QUÍMICO).**
- **SE RECOMIENDA ENVASES DE VIDRIO PARA LA TOMA DE MUESTRA LIMPIO**
 - **(LAVARSE CON JABÓN O DETERGENTE, ENJUAGAR VARIAS VECES CON AGUA POTABLE Y POR ÚLTIMO ENJUAGAR CON EL AGUA A ANALIZAR) BIEN SELLADO PARA IMPEDIR ENTRADA O SALIDA DE LÍQUIDOS**



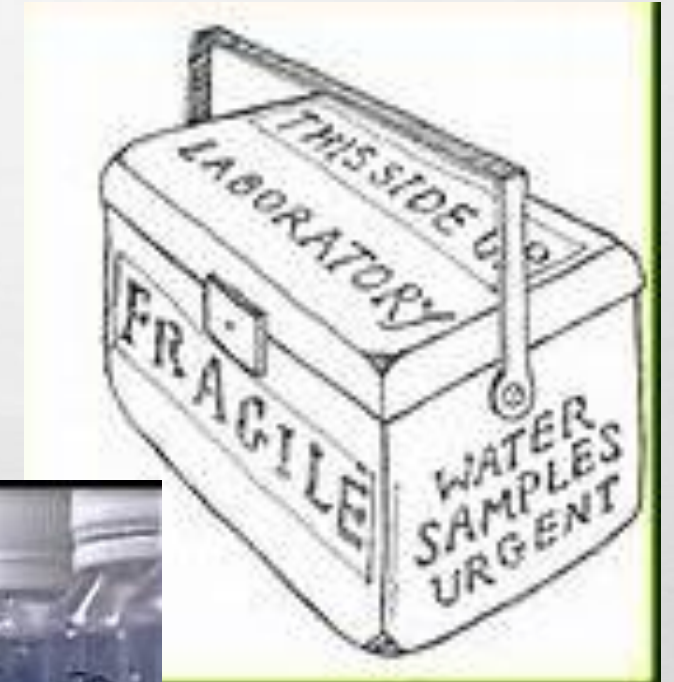
SI EL AGUA A ANALIZAR ES DE...

- **UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN, SE ABRE EL GRIFO, SE DEJA CORRER 4 Ó 5 MINUTOS, POR CORROSIÓN).**
- **MUESTRA PROCEDENTE DE RÍOS, ARROYOS, LAGOS, ESTANQUES, ETC. LA TOMA SE REALIZA LEJOS DE LAS ORILLAS, EL FRASCO SE SUMERGIRÁ A 20 CM, CONTRA LA CORRIENTE Y SI NO SE MOVERÁ EL RECIPIENTE EN SEMICÍRCULOS, TOMADO POR EL CUELLO, TAPAR DE INMEDIATO.**
- **LLENA COMPLETAMENTE EL ENVASE QUE NO QUEDE CÁMARA DE AIRE EN EL ENVASE.**
- **ROTULAR Y ENVIAR AL LABORATORIO.**



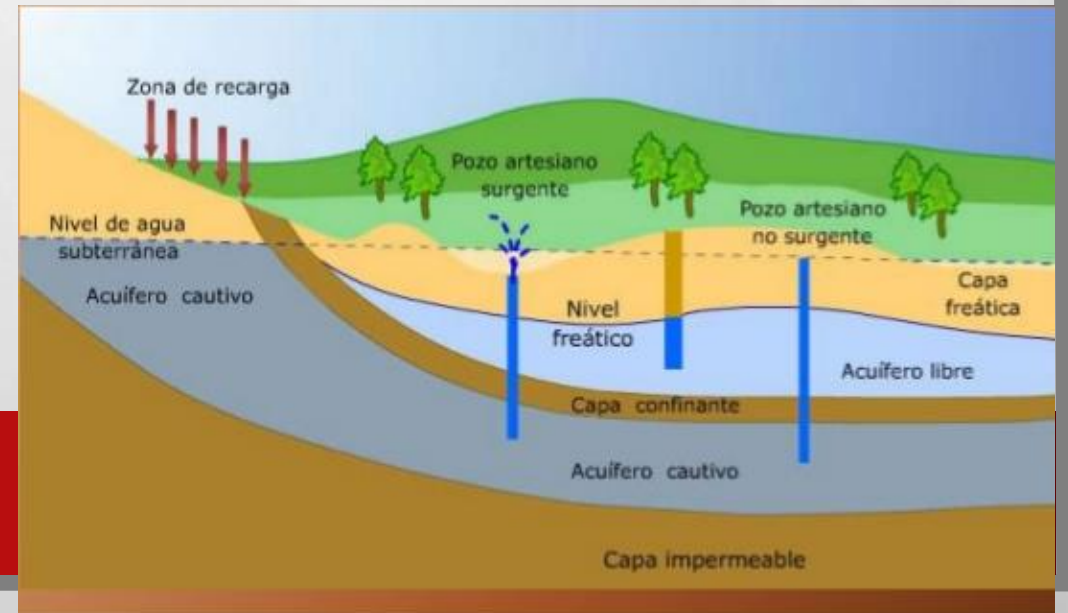
ROTULADO DE LA MUESTRA

- **NOMBRE DEL MUESTREADOR, REMITENTE (DIRECCIÓN).**
- **SOLICITANTE, FECHA DE LA TOMA, LUGAR DE PROCEDENCIA**
- **TIPO DE ANÁLISIS REQUERIDO, PARA RIEGO, CONSUMO ANIMAL,**



ROTULADO DE LA MUESTRA

- **FUENTE DE PROVISIÓN**
 - **SI ES DE ORIGEN SUPERFICIAL INDICAR RÍO, ARROYO, LAGUNA, ESTANQUE.**
 - **SI ES DE ORIGEN SUBTERRÁNEO INDICAR POZO (SURGENTE O NO) PROFUNDIDAD DE LA NAPA, DISTANCIA Y ORIENTACIÓN DE LOS POZOS MÁS PRÓXIMOS Y TODO OTRO DATO QUE SE CONSIDERE DE INTERÉS.**



PRECAUCIONES

- **EL ENVÍO AL LABORATORIO DEBE SER RÁPIDO O MANTENERSE EN REFRIGERACIÓN (4 °C) Y EN OSCURIDAD, PARA OBTENER RESULTADOS CONFIABLES**
- **EL CONTENIDO DE NITRATOS, NITRITOS, AMONÍACO PUEDE ALTERARSE POR EL CALOR DEBIDO A LA ACTIVIDAD MICROBIANA.**



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

- **PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA, SE USAN FRASCOS ESTERILIZADOS**
- **REALIZAR EL MUESTREO CON MUCHO CUIDADO PARA EVITAR CONTAMINACIÓN ACCIDENTAL, EN LA OBTENCIÓN Y ENVÍO**
- **IMPIDE INDICAR DE MANERA SATISFACTORIA LA CALIDAD BACTERIOLÓGICA DEL AGUA.**



TOMA DE MUESTRAS DE UN GRIFO SITUADO EN UNA CAÑERÍA DE AGUA CORRIENTE

- **SE ELIGE UN GRIFO QUE ESTÉ CONECTADO DIRECTAMENTE CON LA CAÑERÍA DE DISTRIBUCIÓN, QUE NO ESTÉ EN CONTACTO CON TANQUES DOMICILIARIOS, FILTROS ABLANDADORES U OTROS ARTEFACTOS SIMILARES.**
- **NO TOMAR MUESTRAS DE GRIFOS DE CONDICIONES HIGIÉNICAS DEFICIENTES**
- **SE QUITAN DEL GRIFO LOS TUBOS DE GOMA O DISPOSITIVOS DESTINADOS A EVITAR EL SALPICADO.**
- **LIMPIAR BOCA DEL GRIFO, CUIDANDO DE ELIMINAR LA SUCIEDAD QUE A VECES SE ACUMULA EN LA PARTE INTERNA DEL ORIFICIO. DESPUÉS SE DEJA SALIR AGUA ABUNDANTE DURANTE 2 Ó 3 MINUTOS**

TOMA DE MUESTRAS DE UN GRIFO SITUADO EN UNA CAÑERÍA DE AGUA CORRIENTE

- **SE ESTERILIZA EL GRIFO CALENTÁNDOLO DURANTE UN PAR DE MINUTOS CON LA LLAMA DE UNA LÁMPARA DE ALCOHOL O DE NAFTA (LÁMPARA PARA SOLDAR), O UN HISOPO DE ALGODÓN EMBEBIDO EN ALCOHOL.**
- **ABRIR UN POCO EL GRIFO Y DEJAR SALIR DURANTE MEDIO MINUTO**
- **EVITAR EL CONTACTO CON LA BOCA DEL FRASCO**
- **LLENAR Y TAPAR.**

ALTERACIÓN DEL AGUA

LA COMPOSICIÓN QUÍMICA NATURAL DE LAS AGUAS PUEDE VERSE ALTERADA POR ACTIVIDADES HUMANAS: AGRÍCOLAS, GANADERAS E INDUSTRIALES, PRINCIPALMENTE.

- **INCORPORACIÓN DE SUSTANCIAS DE DIFERENTE NATURALEZA A TRAVÉS DE VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES**
- **O DEBIDO AL PASO DE LAS AGUAS POR TERRENOS TRATADOS CON PRODUCTOS AGROQUÍMICOS O**
- **CONTAMINADOS.**

LO QUE PROVOCA

- **A MODIFICACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS**
- **LA DESTRUCCIÓN DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS**
- **RIESGOS PARA LA SALUD**
- **INCREMENTO DEL COSTE DEL TRATAMIENTO DEL AGUA PARA SU USO**
- **DAÑO EN INSTALACIONES (INCRUSTACIONES, CORROSIONES, ETC.)**
- **DESTRUCCIÓN DE ZONAS DE RECREO.**

LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN AGRICULTURA, ASEGURA:

- **1) LA SUSTENTABILIDAD DE LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS VA A REQUERIR UN ESTÁNDAR MÍNIMO DE CALIDAD DEL AGUA.**
- **2) EVITA QUE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS NO CAUSEN DETERIORO DE LA CALIDAD DEL AGUA CON IMPACTOS SOBRE LOS SUBSECUENTES USOS DEL AGUA PARA OTROS PROPÓSITOS.**

CALIDAD DEL AGUA

SE DEFINE POR ALGUNAS DE SUS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y BIOLÓGICAS,

Físicas

- **Características organolépticas**
- **Color, olor, sabor**
- **Elementos flotantes**
- **Temperatura**
- **Sólidos**
- **Conductividad**
- **Radioactividad**

Químicas

- **pH, Boro y conductividad eléctrica**
- **Determinación e interpretación de cationes (Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio)**
- **Determinación e interpretación de aniones (Nitratos, Sulfatos, Bicarbonatos, y cloruros).**
- **Hierro, Zinc, Manganeso, Cobre y Arsénico.**

Biológicas

Coliformes totales y fecales

- **Estreptococos fecales**
- **Salmonellas**
- **Enterovirus**

CALIDAD QUÍMICA DEL AGUA

- **ESTÁ DADA POR LAS CANTIDADES DE SALES Y LA PROPORCIÓN DE DIFERENTES IONES QUE ÉSTA TIENE EN SOLUCIÓN**
- **ESTO PERMITE HACER UNA RECOMENDACIÓN ADECUADA PARA SU USO:**
 - a) CON FINES DOMÉSTICOS,**
 - b) INDUSTRIALES,**
 - c) PECUARIOS Y/O AGRÍCOLAS.**
- **EN EL CASO DEL RIEGO DE CULTIVOS, ES QUE GENERALMENTE NO SE ESPECIFICA CON QUÉ CALIDAD QUÍMICA SE DEBE UTILIZAR EL AGUA,**
- **SE DA IMPORTANCIA A LA CALIDAD AGRONÓMICA DETERMINADA POR: CULTIVO A REGAR, CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS, MÉTODOS DE RIEGO, CONDICIONES DE DRENAJE DEL SUELO Y PRÁCTICAS DE MANEJO DE AGUA, SUELO Y PLANTA.**

INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

- **PH, BORO Y CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA**
- **DETERMINACIÓN E INTERPRETACIÓN DE CATIONES (CALCIO, MAGNESIO, POTASIO Y SODIO)**
- **DETERMINACIÓN E INTERPRETACIÓN DE ANIONES (NITRATOS, SULFATOS, BICARBONATOS, Y CLORUROS).**
- **HIERRO, ZINC, MANGANESO, COBRE Y ARSÉNICO.**

ALTOS NIVELES DE SALINIDAD EXCLUYEN SU USO PARA RIEGO

INDICADORES DE LA CALIDAD DEL AGUA

- **AUNQUE LA CALIDAD DEL AGUA REQUERIDA PARA LA IRRIGACIÓN ES BAJA, ALTOS NIVELES DE SALINIDAD EXCLUYE SU USO PARA EL RIEGO, EL SUMINISTROS DE AGUA CONTAMINADA PUEDE REDUCIR LA CALIDAD Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO**
- **LAS SALES DISUELTAS PUEDEN SER DAÑINAS PARA LOS CULTIVOS DESDE LA GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS, EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS Y PARA LA EXTRACCIÓN DE AGUA POR LAS MISMAS**
- **LA DISPONIBILIDAD DE AGUA LIMPIA ES ESENCIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE ALTA CALIDAD DE LOS CULTIVOS HORTÍCOLAS, EL AGUA LIMPIA IMPLICA AUSENCIA DE SALES.**

IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

- **CON EL RIEGO PUEDE CREAR O CORREGIR SUELOS SALINOS O ALCALINOS.**
- **EL TÉRMINO SALINIDAD SE REFIERE A LA PRESENCIA DE LOS MAYORES SOLUTOS INORGÁNICOS DISUELTOS (Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- Y CO_3^{2-}) EN MUESTRAS ACUOSAS.**
- **LA CONCENTRACIÓN DE SALES EN EL AGUA DE RIEGO REDUCE EL AGUA DISPONIBLE PARA LOS CULTIVOS, ESTO HACE QUE LA PLANTA DEBA EJERCER MAYOR ESFUERZO PARA PODER ABSORBER EL AGUA Y PUDIENDO INCLUSO LLEGAR OCASIONARLE ESTRÉS FISIOLÓGICO POR DESHIDRATACIÓN, AFECTANDO SU CRECIMIENTO .**

IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

- **LA CONTAMINACIÓN CON FÓSFORO Y NITRÓGENO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES PRODUCE LA EUTROFICACIÓN DE LAGOS Y RÍOS, PROVOCA CRECIMIENTO EXCESIVO DE ALGAS, PÉRDIDA DE OXÍGENO, MORTANDAD DE ESPECIES ACUÁTICAS**
- **EL NITRÓGENO EN EL AGUA PARA CONSUMO HUMANO AFECTA LA SALUD Y PRODUCE METAHEMOGLOBINEMIA, EN NIÑOS Y PUEDE GENERAR CÁNCER**

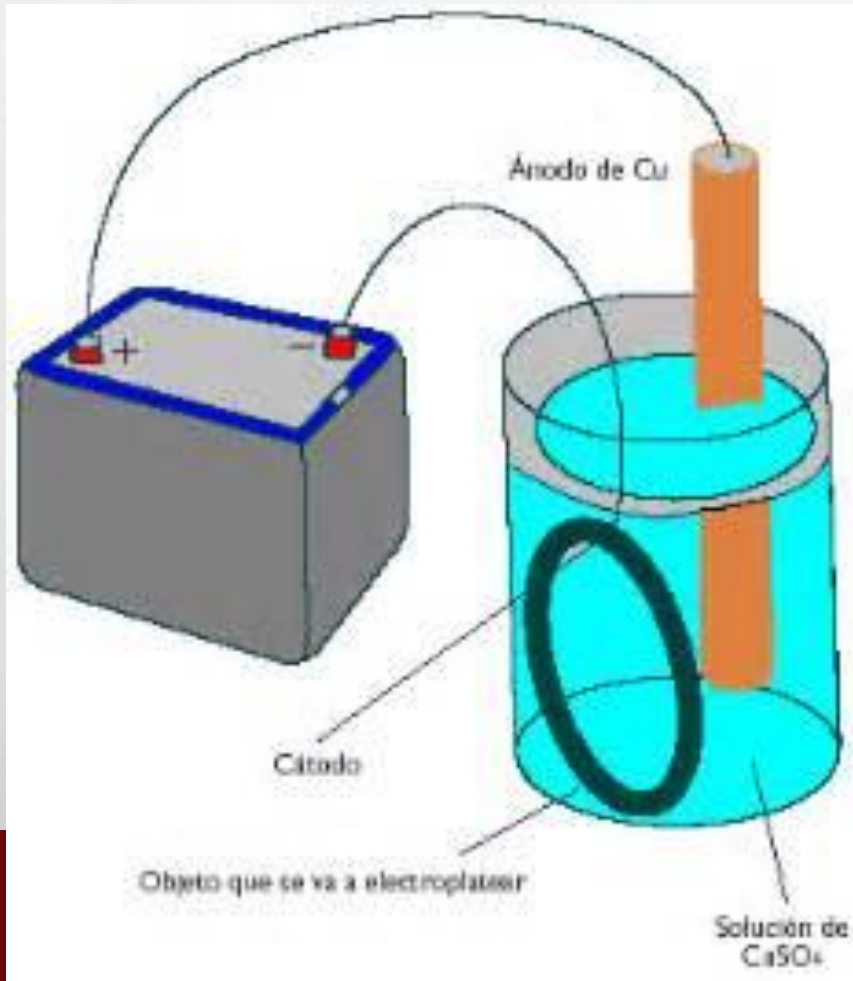
IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA

- **AGUAS CON ALTO CONTENIDO DE SODIO TIENDEN A AUMENTAR EL NIVEL DE SODIO (Na^+) INTERCAMBIABLE EN EL SUELO, ESTOS SE DISPERSAN, DECRECIENDO LA CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA O LA PERMEABILIDAD, LO CUAL INTERFIERE CON EL DRENAJE Y EL NORMAL SUMINISTRO DE AGUA, Y LA AIREACIÓN REQUERIDA PARA EL CRECIMIENTO DEL CULTIVO**
- **EL AGUA DE LLUVIA NO DESPLAZA CON FACILIDAD EL SODIO DEL SUELO**

Parámetros de calidad del agua de riego para uso agrícola

| Parámetro | Unidad | Grado de restricción | | |
|------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------|--------|
| | | Ninguno | Leve a moderado | Severo |
| Salinidad | | | | |
| Conductividad eléctrica | dS·m ⁻¹ | < 0.7 | 0.7-3.0 | > 3.0 |
| Sólidos disueltos totales | mg·L ⁻¹ | < 450 | 450-2000 | > 2000 |
| Salinidad efectiva | me·L ⁻¹ | < 3.0 | 3.0-15.0 | >15.0 |
| Salinidad potencial | me·L ⁻¹ | < 3.0 | 3.0-15.0 | >15.0 |
| Sodicidad | | | | |
| Carbonato de sodio residual | me·L ⁻¹ | < 1.25 | 1.25-2.5 | >2.5 |
| Relación de adsorción de sodio | me·L ⁻¹ | < 3.0 | 3.0-9.0 | > 9.0 |
| Efecto de iones específicos | | | | |
| Sodio | me·L ⁻¹ | < 5.0 | 5.0-10.0 | > 10.0 |
| Bicarbonatos | me·L ⁻¹ | < 1.5 | 1.5-8.5 | > 8.5 |
| Cloruros | me·L ⁻¹ | < 4.0 | 4.0-10.0 | > 10.0 |
| Boro | mg·L ⁻¹ | < 0.7 | 0.7-3.0 | > 3.0 |
| Hierro | mg·L ⁻¹ | < 0.1 | 0.1-1.5 | > 1.5 |

(CE), LA CE Y LA CONCENTRACIÓN DE SALES TOTALES DE UNA SOLUCIÓN ACUOSA ESTÁN ÍNTIMAMENTE RELACIONADAS



- **LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE UNA SOLUCIÓN ES UNA MEDIDA DE LA CAPACIDAD DE LA MISMA PARA TRANSPORTAR LA CORRIENTE ELÉCTRICA Y PERMITE CONOCER LA CONCENTRACIÓN DE ESPECIES IÓNICAS PRESENTES EN EL AGUA.**
- **(CE) EXPRESADA EN DS M⁻¹ (Ó MMHOS CM⁻¹)**
- **ES USADA COMO UNA EXPRESIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE SALES TOTALES DISUELTAS.**

CE



- **ES AFECTADA POR LA TEMPERATURA DE LA MUESTRA, MOVILIDAD, VALENCIA Y CONCENTRACIÓN RELATIVA DE LOS IONES INDIVIDUALES EN LA SOLUCIÓN .**
- **ES IMPORTANTE PARA EL DIAGNÓSTICO Y CLASIFICACIÓN DE AGUAS DE RIEGO**
- **EL PRINCIPIO DE ESTOS APARATOS OBEDECEN AL PRINCIPIO DE LA LEY DE OHM $I = V/R$**
- **LA CE ES DIRECTAMENTE PROPORCIONAL A LA CONCENTRACIÓN DE SALES**

PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

Cuadro 1. Parámetros de utilidad para determinar el uso del agua para la agricultura.

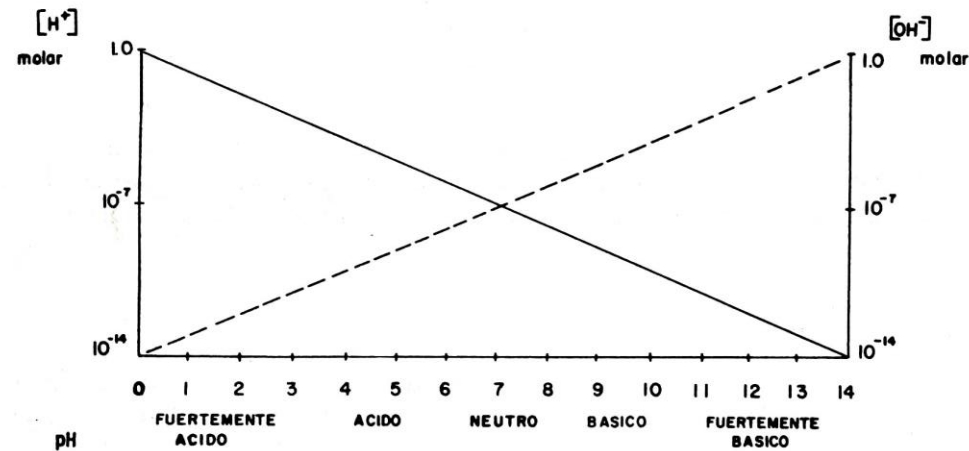
| PARAMETRO | |
|------------------|--|
| CE | 0.7 y 1.5 dS.m⁻¹ (595 y 1 275 mg . L⁻¹ de sales. |
| BORO | NO DEBE REBASAR 0.5 PPM |
| pH | 5.5 a 7.0 |
| RAS | hasta 18, siempre y cuando la CE no esté por encima de 250 ppm de sales |

Clase de salinidad y su efecto sobre los cultivos dado por la CE

| <i>Clase de salinidad</i> | <i>CE (dS m⁻¹)</i> | <i>Efecto sobre los cultivos</i> |
|-----------------------------|-------------------------------|--|
| <i>Ligeramente salinos</i> | <i>2 – 4</i> | <i>Rendimientos restringidos en cultivos sensibles a la salinidad</i> |
| <i>Medianamente salinos</i> | <i>4 – 8</i> | <i>Rendimientos restringidos en la mayor parte de los cultivos</i> |
| <i>Fuertemente salinos</i> | <i>8 – 16</i> | <i>Sólo los cultivos tolerantes pueden tener rendimientos satisfactorios</i> |

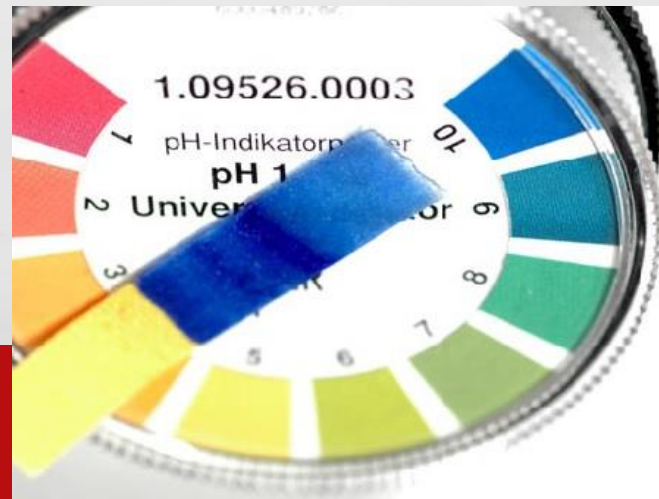
pH

- ESTE PARAMETRO NOS DARÁ LA MEDIDA DE LA ÁCIDEZ O BASICIDAD DEL AGUA, LOS CUAL NOS PERMITE TENER UNA IDEA DE LOS IONES QUE PREDOMINAN EN ESTA.
- LA CONCENTRACIÓN DE IONES H^+ Y IONES OH^- VARIA CONSIDERANDO LA ESCALA CONVENCIONAL DE PH DE 0 A 14



pH

- **EL PH DE UNA SOLUCIÓN ACUOSA SE DEFINE COMO EL LOGARITMO NEGATIVO DE LA ACTIVIDAD DEL IÓN HIDRÓGENO**
- **DETERMINA LAS CONCENTRACIONES RELATIVAS DE LAS ESPECIES DISUELTAS DE CARBONATO.**
- **SE DETERMINA MEDIANTE UN POTENCIÓMETRO Y ELECTRODOS COLORIMÉTRICAMENTE CON INDICADORES**



DETERMINACIÓN DE PH

PROCEDIMIENTO:

- **CALIBRAR EL POTENCIOMETRO, COLOCAR EN UN VASO DE PRECIPITADO 25 –30 ML DE AGUA A TEMPERATURA AMBIENTE Y MEDIR CON UN POTENCIÓMETRO.**



INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:

- LA DETERMINACIÓN DEL PH EN UNA MUESTRA DE AGUA, ADEMÁS DE DEMOSTRARNOS SI RESULTA ÁCIDA, NEUTRA, O ALCALINA, ORIENTA LA DETERMINACIÓN DE CARBONATOS, BICARBONATOS O HIDRÓXIDOS.

| pH | Hay en disolución | |
|------------------------------|----------------------------------|--|
| ≤ 4.2 | anhídrido carbónico | Determinar lo que indique el pH |
| entre 4,2 y 8,3 | bicarbonatos | |
| entre 4,2 y 10,5 | carbonatos y bicarbonatos | |
| superior a 10,5 | hidróxidos | |

MATERIALES:

- **PEACHÍMETRO EQUIPADO CON ELECTRODOS DE VIDRIO**
- **VASO DE PRECIPITADO DE 50 ML.**
- **REACTIVOS: SOLUCIONES AMORTIGUADORAS.**



CARBONATOS Y BICARBONATOS

- **LA CANTIDAD RELATIVA DEL ION HCO_3^- ES UN PARÁMETRO IMPORTANTE EN EL AGUA DEBIDO A QUE PRECIPITA CON LOS IONES CA^{2+} Y MG^{2+} FORMANDO LOS CARBONATOS RESPECTIVOS.**
- **A MEDIDA QUE CA^{2+} Y MG^{2+} PRECIPITAN, AUMENTA LA CONCENTRACIÓN RELATIVA DE NA^+ QUE PRODUCE DISPERSIÓN DEL SUELO, SI LA CONCENTRACIÓN DE ELECTROLITOS ESTÁ POR DEBAJO DE LA CONCENTRACIÓN CRÍTICA DE FLOCULACIÓN DE LAS ARCILLAS.**

CARBONATOS Y BICARBONATOS

- **SI EL PH DE LA MUESTRA DE AGUA ES SUPERIOR O IGUAL A 8,3, SE DETERMINA CARBONATOS Y BICARBONATOS.**
- **SI EL VALOR DEL PH VARÍA ENTRE 4,2 Y 8,3, SE DETERMINAN BICARBONATOS**

PROCEDIMIENTO:

- 1. MEDIR UNA ALÍCUOTA DE LA MUESTRA DE AGUA (GENERALMENTE 25 Ó 50 ML)**
- 2. AGREGAR 4 Ó 5 GOTAS DE FENOLFTALEINA EN SOLUCIÓN ALCOHÓLICA AL 1% (FENOLFTALEINA 1% EN ALCOHOL. PESAR 10 G DE FENOLFTALEINA DISOLVER EN ALCOHOL 96 ° Y LLEVAR A 1000 ML CON EL MISMO ALCOHOL)**
- 3. DEJAR CAER DESDE UNA BURETA ÁCIDO SULFÚRICO 0,1 N HASTA QUE UNA GOTA DECOLORE EL LÍQUIDO QUE ESTABA TEÑIDO DE ROJO VIOLÁCEO.**

PROCEDIMIENTO

3.1 ACIDO SULFÚRICO 0,1 N: MEDIR 100 ML DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO MÁS O MENOS NORMAL Y SE LLEVA EL VOLUMEN A 1 LITRO EN MATRAZ AFORADO, MEZCLANDO BIEN LA SOLUCIÓN PREPARADA.

3.2 VALORACIÓN: PUEDE VALORARSE CON UN PATRÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 0,1 N. SE MIDE 10 ML DE LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO A VALORAR, SE LOS TRANSFIERE A UN ERLLENMEYER DE 250 ML DE CAPACIDAD, SE AGREGA UN POCO DE AGUA DESTILADA Y 3 Ó 4 GOTAS DE FENOLFTALEINA AL 1%, SE VALORA CON LA SOLUCIÓN DE HIDRÓXIDO DE SODIO 0,1 N HASTA QUE EL INDICADOR VIRE A ROSADO.

$$\text{Normalidad} = \frac{\text{ml OH Na} \times \text{N (Na OH)}}{\text{ml SO}_4 \text{H}_2}$$

PROCEDIMIENTO

- 4. INCORPORAR SEGUIDAMENTE 1 Ó 2 GOTAS DE ANARANJADO DE METILO (R6); EL LÍQUIDO SE TIÑE DE AMARILLO; SE DEJA CAER DESDE LA BURETA LA SOLUCIÓN DE ÁCIDO SULFÚRICO 0,1N HASTA QUE UNA GOTA HAGA VIRAR EL COLOR AL ROJO NARANJA.**
- EN LA PRIMERA TITULACIÓN CON FENOLFTALEINA COMO INDICADOR, SE VALORA LA MITAD DE LOS CARBONATOS.**
 - EN LA SEGUNDA TITULACIÓN, CON ANARANJADO DE METILO, SE VALORA LA OTRA MITAD DE LOS CARBONATOS Y TODO EL BICARBONATO.**
 - ANARANJADO DE METILO: (DIMETIL AMINO - AZO-BENSOL-SULFONATO DE SODIO) 1 GRAMO, LLEVAR A 1 LITRO EN AGUA HERVIDA Y FRÍA.**

CALCULOS:

- LLAMANDO A AL VOLUMEN GASTADO PARA LA TITULACIÓN CON FENOLFTALEÍNA Y B AL GASTADO CON ANARANJADO DE METILO, TENDREMOS:

- **ÁCIDO GASTADO PARA CARBONATOS: 2A**

- **ÁCIDO GASTADO PARA BICARBONATOS: B – A**

Cálculos:

$$\text{CO}_3^{\text{=}} \text{ meq/l} = \text{ml SO}_4\text{H}_2 \times 2 \times N \times 1000 / V$$

$$\text{CO}_3 \text{ H}^- \text{ meq/l} = \text{ml SO}_4 \text{ H}_2 \times N \times 1000 / V$$

N: normalidad del $\text{SO}_4 \text{ H}_2$

V: volumen medido de la muestra de agua.

Ejemplo:

Para $\text{CO}_3^{\text{=}}$ gastados 0,22 ml SO_4H_2

Para CO_3H^- ' 4,10 ml SO_4H_2

Volumen agua 25 ml

$$\text{CO}_3^{\text{=}} \text{ meq/l} = (0,22 \times 2) \times 0,1 \times 1000 / 25 = 1,76$$

$$\text{CO}_3 \text{ H}^- \text{ meq/l} = (4,1 - 0,44) \times 0,1 \times 1000 / 25 = 14,64$$

PROCEDIMIENTO: BICARBONATOS

- **MEDIR UNA ALÍCUOTA DE LA MUESTRA DE AGUA (25 Ó 50 ML); SE AGREGAN 1 Ó 2 GOTAS DE ANARANJADO DE METILO Y SE DEJA CAER DESDE UNA BURETA ÁCIDO SULFÚRICO 0,1 N, HASTA QUE UNA GOTA HAGA VIRAR EL INDICADOR DEL AMARILLO AL ROJONARANJA.**

$$\text{CO}_3 \text{ H}^- \text{ meq/l} = \text{ml SO}_4 \text{ H}_2 \times \text{N} \times 1000 / \text{V}$$

BIBLIOGRAFÍA

BACCARO, K.; DEGORGUE, M.; LUCCA, M.; PICONE, L.; ZAMUNER, E.; ANDREOLI, Y. 2006. CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y RIEGO EN MUESTRAS DEL CINTURÓN HORTÍCOLA DE MAR DEL PLATA. 35 (3): 95-110

CASTELLANOS, J.Z., UVALLE B, J.X. Y A. AGUILAR S. (2000) MANUAL DE INTERPRETACIÓN DE ANÁLISIS DE SUELOS, AGUAS AGRÍCOLAS, PLANTAS Y ECP. 2DA EDICIÓN. INTAGRI, MÉXICO.

CASTELLÓN G, J.J.; BERNAL M, R. ; HERNÁNDEZ R, M.L.. 2015 .CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO EN LA AGRICULTURA PROTEGIDA EN TLAXCALA 19:1 39-50 .

FAO (2000). WATER QUALITY MANAGEMENT AND CONTROL OF WATER POLLUTION. WATER REPORTS 21. PROCEEDINGS OF A REGIONAL WORKSHOP BANGKOK, THAILAND 26-30 OCTOBER 1999. ROMA, ITALIA.

FAO (2004). ECONOMIC VALUATION OF WATER RESOURCES IN AGRICULTURE. FAO WATER REPORTS 27. ROMA, ITALIA.

RHOADES, J.D., CHANDUVI, F. Y S. LESCH. (1999). SOIL SALINITY ASSESSMENT. METHODS AND INTERPRETATION OF ELECTRIC CONDUCTIVITY MEASUREMENTS. FA-0 IRRIGATION Y DRAINAGE PAPERS 57. ROMA, ITALY.

[HTTP://WWW.LENNTech.ES/APLICACIONES/RIEGO/BICARBONATO/RIESGO-CARBONATOS-BICARBONATOS-EN-REGADIO.HTM](http://www.lenntech.es/aplicaciones/riego/bicarbonato/riesgo-carbonatos-bicarbonatos-en-regadio.htm). CONSULTADO EL 12 DE AGOSTO.