

Es aconsejable realizar tratamientos continuos que destruyan los bicarbonatos del agua de riego para evitar la obstrucción de los goteros de riego. Para aplicar la cantidad adecuada de ácido es necesario realizar mediciones previas muy precisas.

Determinación en campo del contenido de bicarbonatos del agua de riego

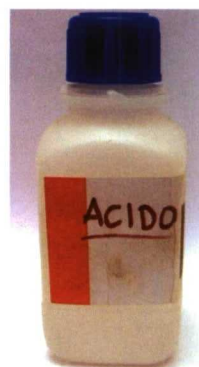
TEODORO MORENO INIESTA
st950347226@wanadoo.es

La obstrucción de los los emisores o goteros es uno de los problemas más graves en las instalaciones de riego localizado. Estas obstrucciones pueden estar motivadas por distintas causas de entre las que cabe destacar las producidas por la precipitación de los carbonatos y/o bicarbonatos que la mayoría de las aguas de riego llevan en disolución.

La presencia de carbonatos o bicarbonatos en el agua de riego está condicionada por el valor del pH. El ión bicarbonato (HCO_3^-) está presente a pH comprendido entre 4,5 y 8,3 y el ión carbonato (CO_3^{2-}) esta presente en las aguas de riego de pH superior a 8,3.

Las sales de carbonato cálcico son de muy baja solubilidad por lo que, una vez que se ha producido el precipitado, resultan de muy difícil erradicación. El mejor modo de prevenir este problema es realizando tratamientos en continuo con ácidos comerciales que neutralizan y destruyan los bicarbonatos que se encuentran en el agua de riego evitando de este modo su combinación con los iones de calcio del agua de riego o con los que se añaden como nutriente.

La cantidad de ácido que debe de incorporarse al agua de riego estará en función del volumen de agua que se pretenda tratar y del contenido en bicarbonatos del agua de riego. En horticultura es normal que se trate todo el volumen del agua de riego. Se ha de tener especial cuidado en los sis-



temas de cultivo sin suelo, y muy especialmente en sustratos sin capacidad tamponadora, puesto que un exceso de ácido produciría bajadas de pH a valores que pudieran resultar letales para el cultivo. En fruticultura, por problemas de costes, puede minorarse el volumen de agua a tratar e incorporar el ácido en la fase final del riego. Lo fundamental es que el agua que quede en las tuberías de distribución y en los goteros, después de producirse el riego, quede con los

La conductividad del agua de riego se ve afectada muy ligeramente por la incorporación de los ácidos, al emplearse conjuntamente tanto el ácido fosfórico como el ácido nítrico.

bicarbonatos neutralizados puesto que es en el periodo entre riegos cuando se produce la precipitación de las sales cálcicas al ir evaporándose el agua y aumentando la concentración de las sales.

La incorporación de ácido a un agua que contenga bicarbonatos produce una reacción química que da como resultado la destrucción de éstos, la liberación de dióxido de carbono como gas y la producción de agua según la siguiente reacción:



Para fertirrigación el hidrogenión necesario para esta reacción puede ser aportado por el ácido nítrico y/o el ácido fosfórico. Un agua que contenga 4 miliequivalentes de bicarbonatos precisará de la incorporación de 4 miliequivalentes de ácido para su completa neutralización. Si esto se produce, el pH del agua tomaría el valor aproximado de 4,5. Este es un valor que puede resultar algo peligroso en sistemas de hidroponía o de cultivos en sustratos inertes y, en estos casos, es recomendable dejar sin neutralizar $0,5 \text{ meqL}^{-1}$ de bicarbonato para que el pH quede en valores de 5,5-6,0. La presencia de $0,5 \text{ meqL}^{-1}$ de bicarbonato no produce precipitación de carbonato cálcico en la red de riego y ésta

- **Para realizar las mediciones se requiere de una jeringa, un cubo de plástico, una jarra graduada, un trozo de tubo de plástico, 100 ml de ácido, un conductivímetro y un estadillo para anotar**

Plásticos **altumax**

A 10 años luz...

con las placas semionduladas de policarbonato de Plásticos Altumax

- Más económicas y rentables a largo plazo que cualquier otro tipo de placa o film.
- Transmisión luminosa superior al 90%.
- Resistencia al impacto superior a la de las otras placas.
- Excelente resistencia al envejecimiento.
- Anti-condensación en la parte inferior.
- Economía en tiempo y mano de obra por su facilidad de instalación.
- Amplia gama de productos, en incoloro, blanco, opaco o hielo para cubiertas y laterales.
- Además Plásticos Altumax puede suministrarle las acreditadas planchas celulares LEXAN de GE para invernaderos, cuya principal característica es su excepcional aislamiento térmico.



Plásticos ALTUMAX, S.A.

Botánica, 160-162 - Pol. Ind. Gran Vía Sud. 08908 L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona)

Tel.: 93 336 99 80 - Fax: 93 336 74 52

puede ser un buena referencia para determinar la cantidad de ácido necesaria para mantener la instalación de riego localizado con ausencia de obstrucciones debidas a precipitación de carbonato cálcico.

Es preciso, por lo tanto, conocer en todo momento y con la mayor exactitud posible la cantidad de bicarbonatos que contiene el agua de riego. Un análisis de laboratorio daría esta información pero en ciertos casos, en que se haya podido producir un cambio inesperado en la calidad del agua de riego, es preciso conocer el dato en la mayor brevedad de tiempo posible. Para estas situaciones se puede utilizar el método de valoración con ácido y obtener la curva de neutralización para determinar de esta forma el contenido en bicarbonatos. Sabiendo que a pH 4,5 los bicarbonatos quedan neutralizados para el ejemplo que se muestra en el gráfico nº 1 se



aprecia que el agua de riego valorada contiene $3,25 \text{ meqL}^{-1}$ de bicarbonatos.

Disponiendo de un peachímetro de calidad el método de valoración con un ácido comercial puede ser utilizado fácilmente en campo para determinar el contenido de bicarbonatos en el agua de riego. Si el peachímetro no está bien ajustado y equilibrado la cuantificación de los bicarbonatos no se

Para conocer el contenido en bicarbonatos del agua de riego se precisan instrumentos muy simples, por lo que la medición puede realizarse en el campo.

hará con precisión. Es por esta razón que se aconseja utilizar como método mas preciso la medición del valor de la conductividad eléctrica que se va obteniendo en el proceso de neutralización.

Los conductivímetros son instrumentos de más fácil disponibilidad y mantenimiento y, suponiendo que estén ligeramente desequilibrados, la cuantificación del contenido de bicarbonatos se hará con la misma precisión puesto que este valor está determinado por el

Las sales de carbonato cálcico son de muy baja solubilidad por lo que, una vez que se ha producido el precipitado, resultan de muy difícil erradicación

GENERADORES DE AIRE CALIENTE SERIE AGRI






Gandiclima, S.L.

DOMINIO DEL AIRE

OTROS COMPLEMENTOS, CALEFACCIÓN DE EMERGENCIA PORTATIL, EXTRACCIÓN Y VENTILACIÓN










Gandiclima, S.L.

Pol. Ind. La Pellería, nave 13 - 46790 XERESA (Valencia)
Tel.: 96 289 57 71 - Fax: 96 289 58 29
www.gandiclima.com • e-mail: info@gandiclima.com

Importador exclusivo:



tecnoclima

punto de inflexión que se produce en el momento de la desaparición de los bicarbonatos del agua y es independiente del valor de la conductividad medida. Para el mismo agua del ejemplo anterior, que tiene originalmente un pH de 8,1 y una CE de $0,56 \text{ dSm}^{-1}$, midiendo la conductividad eléctrica del agua, conforme se añade el ácido, se obtiene una gráfica formada por dos rectas cuyo punto de intersección determina precisamente el contenido en bicarbonatos del agua de riego, y con mayor precisión que con la curva de pH, tal y como se muestra en el gráfico nº 2.

Puede observarse que el primer tramo de la recta tiene una menor pendiente y es el resultado de la diferencia de las conductancias equivalentes iónicas entre el ión bicarbonato ($44,5 \mu\text{dSm}^{-1}$ por meqL^{-1}), que es destruido en el proceso de neutralización, y el ion nitrato ($71,4 \mu\text{dSm}^{-1}$ por meqL^{-1}),

■ La incorporación de ácido a un agua que contenga bicarbonatos produce una reacción química que da como resultado la destrucción de éstos

que queda en el agua procedente del ácido nítrico que fué el empleado en este ejemplo. El segundo tramo de la recta que tiene una mayor pendiente es el resultado del aporte de conductividad del ácido nítrico cuando se añade a un agua que ya no tiene bicarbonatos por neutralizar.

Si en vez de ácido nítrico la neutralización de los bicarbonatos se hace con ácido fosfórico el primer tramo de la recta tendría una muy suave pendiente negativa pues-

to que la conductancia equivalente iónica del ion fosfato ($33 \mu\text{dSm}^{-1}$ por meqL^{-1}) es algo menor que la del ion bicarbonato. En un proceso de neutralización de los bicarbonatos del agua de riego con fines de fertirrigación, al emplearse conjuntamente tanto el ácido fosfórico como el ácido nítrico, a efectos prácticos puede afirmarse que la conductividad del agua de riego se ve afectada muy ligeramente por la incorporación de los ácidos. Para aguas de riego con contenidos en bicarbonatos en el entorno de $3,5 \text{ meqL}^{-1}$ el aumento de la conductividad eléctrica puede verse afectado en $0,4-0,7 \text{ dSm}^{-1}$.

Materiales necesarios

Para conocer el contenido en bicarbonatos del agua de riego se precisan unos medios y un instrumental tan simples que puede realizarse este proceso en campo, a pie de parcela, sin la menor dificultad.



• GANDICLIMA

Dominio del Aire

Pol.ind La Pelleria, nave 13 46790 XERESA (Valencia)

Telf. 962895771 - Fax 962895829

www.gandiclima.com info@gandiclima.com

BIOMASA

Energía Alternativa
y Ecológica




La calefacción Económica y Ecológica para su Invernadero

El material que se precisa es:

- Un cubo de plástico de algo más de 10 litros de capacidad.
- Una jarra graduada para medir con precisión los 10 litros de agua de riego que se emplearán para la neutralización.
- Un trozo de tubo de plástico a modo de agitador.
- Una pequeña cantidad de ácido (100 ml. son más que suficientes) y que debe de ser el mismo que se utiliza en el proceso de fertirrigación y del cual debemos de conocer sus datos de etiqueta, a saber, porcentaje de riqueza y/o densidad.



■ Disponiendo de un peachímetro de calidad, el método de valoración con un ácido comercial puede ser utilizado fácilmente en campo para determinar el contenido de bicarbonatos en el agua de riego

- Una jeringa de las utilizadas para inyectar insulina, de venta en farmacias, que tiene una capacidad total de 1 mL y precisión de hasta 0,01 mL.

- Un conductivímetro.

- Y finalmete un estadillo que se habrá preparado para anotar las mediciones y representar la gráfica que permita averiguar el contenido en bicarbonatos del agua de riego.

Un paso previo es determinar el volumen de ácido comercial necesario para aportar un miliequivalente de ácido puro. La tabla adjunta contempla la relación entre la riqueza comercial del ácido nítrico y del ácido fosfórico y sus

densidades. Por ejemplo si se va a utilizar ácido nítrico del 56 % de riqueza este tendrá un densidad de 1,35. Para aportar un miliequivalente de ácido nítrico, que pesa 63 miligramos, con un producto comercial del 56 % de riqueza, habrá que pesar 112,5 mg (63/0,56) de ácido comercial y, si éste tiene una densidad de 1,35, entonces habrá que añadir 84 microlitros (112,5/1,35) de ácido nítrico del 56 % de riqueza para aportar un miliequivalente de ácido nítrico puro.

Para obtener suficiente precisión con el material recomendado se realizará la neutralización sobre diez litros de agua y se pipeteará el volumen de ácido necesario para neutralizar 0,5 meqL⁻¹ de bicar-

Los conductivímetros son instrumentos de fácil disponibilidad y mantenimiento y, aunque que estén ligeramente desequilibrados, la cuantificación de bicarbonatos se hará con la misma precisión.

bonato. Con el ejemplo que se está manejando se incorporará, por lo tanto, 420 microlitros (84*10*0,5), ó su equivalente 0,42 mililitros, de ácido nítrico del 56 % de riqueza por cada medición de conductividad que se realice.

Concluidos estos cálculos previos, el modo de operar es el siguiente:

1. Se aportan al cubo de plástico los 10 litros de agua y se mide la conductividad eléctrica.

2. Se anota este valor en un estadillo sobre papel cuadrulado que se habrá preparado previamente.

3. Con las debidas precauciones se toman con la jeringa 420 microlitros (0,42 mL) de ácido y se vierten en el agua. Se agita unos segundos y se mide y anota el valor de la CE que se corresponde con el primer 0,5 meqL⁻¹ de bicarbonato neutralizado.

4. Se repite el paso anterior y se va construyendo la gráfica hasta que aparezca claramente el punto de inflexión que permita determinar con precisión el contenido en bicarbonatos del agua de riego, dando por concluido el proceso en este momento.

Conocida la concentración de bicarbonatos del agua de riego se aconseja realizar los cálculos de necesidades de ácidos dejando siempre 0,5 meqL⁻¹ sin neutralizar. Por ejemplo para un agua de riego con 3,5 meqL⁻¹ de bicarbonatos se aportarán 3 meqL⁻¹ de ácido. Si se decide tener una solución nutritiva con 1,75 meqL⁻¹ de fosfatos procedentes del ácido fosfórico, entonces se aportarán 1,25 meqL⁻¹ de ácido nítrico.

En el supuesto de manejar un automática de fertirrigación con controlador de pH lo que se suele hacer es poner el ácido nítrico en un tanque independiente y se programa un valor de pH de 5,5 para que queden 0,5 meqL⁻¹ de bicarbonatos sin neutralizar. En este caso habrá que contabilizar en los cálculos de nutrición los 1,25 meqL⁻¹ de nitratos que se aportan en el proceso de neutralización.

■ En un proceso de neutralización de los bicarbonatos del agua de riego con fines de fertirrigación, al emplearse conjuntamente tanto el ácido fosfórico como el ácido nítrico, la conductividad del agua de riego se ve afectada muy ligeramente por la incorporación de los ácidos