

DESARROLLO Y UTILIZACIÓN DE KITS RÁPIDOS PARA LA DETERMINACIÓN DE DUREZA Y PH DEL AGUA PARA ELABORACIÓN DE CONSERVAS Y DULCES

Vanessa Ixtáina, Lorenza Costa, Paula Villabrille, Agustina Buet, Gabriela Bello
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata, Argentina

RESUMEN (200 PALABRAS)

Con el fin de promover el fortalecimiento de unidades de producción hortícola familiar que agregan valor a su producción en procesos de agroindustria artesanal, atendiendo a la inocuidad, la mejora en la calidad y sostenibilidad de la producción, este trabajo tuvo como objetivos específicos analizar y controlar la calidad del agua utilizada en las salas de elaboración. Para ello se trabajó en dos líneas: 1- se realizaron los análisis fisicoquímicos en el laboratorio de Análisis Químico de la FCAyF de la UNLP del agua que se utiliza en la sala, estos análisis se complementaron con un control microbiológico y, 2- se desarrollaron en el Laboratorio de Análisis Químico de la FCAyF de la UNLP kits colorimétricos sencillos para realizar el control del pH y la dureza del agua utilizada para la elaboración de dulces en la sala de procesamiento comunitaria de la Cooperativa de la Costa. A través de una jornada de capacitación se realizó la entrega de los kits desarrollados, los que permanecerán en la sala comunitaria. Durante la jornada los integrantes del grupo extensionista se abocaron a capacitar a los técnicos y productores de la Cooperativa en el uso e interpretación de los kits desarrollados.

1- INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En los últimos años, muchos productores frutihortícolas han desarrollado ciertas estrategias de procesamiento para agregar valor y disminuir las pérdidas en el ingreso ocasionadas por la alta perecibilidad de sus producciones. Si bien estas formas de elaboración responden a saberes cotidianos y/o transmitidos de generación en generación, es necesario cumplir con ciertos requisitos establecidos para poder comercializarlos legalmente. En este sentido, la calidad del agua que se utiliza cobra un rol importante en la elaboración de dichos productos, ya que es utilizada tanto para la elaboración de los productos, como un ingrediente, así como para todas las etapas de limpieza ya sea de materias primas, utensilios, maquinarias e instalaciones. Por lo tanto, es fundamental conocer las características fisicoquímicas del agua utilizada a fin de asegurar que sus propiedades sean adecuadas para garantizar la calidad e inocuidad de los productos finales obtenidos.

El Código Alimentario Argentino (CAA), en su Capítulo XII, Artículos: 982 al 1079 - Bebidas Hídricas, Agua y Agua Gasificadas establece que *"Con las denominaciones de **Agua potable de suministro público** y **Agua potable de uso domiciliario**, se entiende la que es apta para la alimentación y uso doméstico*», la cual deberá tener un sabor agradable, ser incolora, inodora, límpida y transparente y no deberá contener componentes extraños. El agua potable de uso domiciliario es la proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios, las cuales deberán cumplir con las características físicas, químicas y microbiológicas que expone el citado artículo del CAA (Código Alimentario Argentino, 2006).

Si el agua que se utiliza en una sala de elaboración de alimentos no es de buena calidad se transforma en la vía de contaminación más rápida (microorganismos o contaminantes físicos y químicos) o, en casos mas leves, puede ser el causante de errores o alteraciones en la elaboración de algunos productos. Por ejemplo, si se trabaja con agua de alto contenido de calcio y magnesio (agua dura), los sistemas que generan calor a través de agua caliente (calderas y autoclaves por ejemplo) resultarán poco eficientes. Si en un protocolo de elaboración se trabaja con agua de pH fuera del rango normal, algunas etapas del proceso de elaboración que necesitan determinados valores de acidez podrán ser afectadas.

Por lo tanto, la implementación de un Plan de Control de Agua en una rutina de elaboración de alimentos garantiza que se cumplan los criterios sanitarios obligatorios y además es posible conocer características que pueden afectar o mejorar las recetas de elaboración.

Debido a que el agregado de valor a los productos se realiza en las unidades productivas, con limitada disponibilidad de infraestructura pero con valiosos conocimientos adquiridos por tradición o práctica, nos propusimos acompañar la puesta en funcionamiento de la sala de procesamiento comunitaria de la Cooperativa de la Costa, cuyos integrantes articulan con el Mercado de la Ribera a fin de mejorar la calidad e inocuidad de los productos elaborados. Un punto de partida fue trabajar sobre el tema de la calidad del agua que se utiliza en la sala de elaboración, tanto para hacer un control de los parámetros físico-químicos como para indagar en las problemáticas que pudieran derivar de la calidad del agua en la elaboración de sus productos.

En el marco de un proyecto de extensión acreditado por la Universidad Nacional de La Plata, titulado "Sumando valor a la horticultura familiar" cuyo objetivo general es "Promover el fortalecimiento de unidades de producción hortícola familiar que agregan valor a su producción en procesos de agroindustria artesanal, atendiendo particularmente a la inocuidad, la mejora en

la calidad y sostenibilidad de la producción”, en este trabajo se presentan las actividades realizadas y los resultados obtenidos relacionados puntualmente con tres objetivos específicos:

- 1) Analizar y controlar la calidad del agua que se utiliza en las salas de elaboración
- 2) Adaptar métodos de análisis químico para realizar algunos controles mediante pruebas sencillas, kits, las que podrán realizar los propios productores en su lugar de trabajo
- 3) Capacitar a los técnicos y productores en el uso e interpretación de los kits

2- METODOLOGÍA Y DESARROLLO

Se trabajó para los productores familiares que integran la Cooperativa de la Costa de Berisso. Para lograr los objetivos planteados se trabajó siguiendo dos ejes, por un lado el análisis físico-químico del agua que se utiliza en la sala de elaboración, y en otro eje de trabajo se desarrollaron kits colorimétricos para la determinación rápida de parámetros de calidad de agua (dureza y pH) a ser utilizados por los productores para la elaboración de conservas y dulces. Con ello se pretende adaptar algunos métodos de análisis químicos clásicos de laboratorio para realizar el control de puntos críticos en el proceso de elaboración, así como capacitar a técnicos y productores en el uso de ciertas técnicas de laboratorio sencillas en los lugares de producción.

2.1- Análisis físico-químico del agua utilizada en la sala de elaboración

Las muestras de agua fueron tomadas en diversos puntos de la red de suministro de agua: i) a la entrada de la cisterna; ii) en el interior de la cisterna; iii) agua de la canilla de la sala. En todos los casos se siguió el protocolo para la obtención de muestras, de manera tal que representen fielmente la composición química del agua a analizar, además de evitar posibles contaminaciones.

En el Laboratorio del Curso de Análisis Químico de la FCAYF (UNLP), se llevaron a cabo las siguientes determinaciones:

- a) **pH** mediante el método potenciométrico;
- b) alcalinidad utilizando una volumetría ácido-base;
- c) **dureza total, cálcica y magnésica** mediante volumetría por formación de complejos
- d) contenido de **sodio** por fotometría de llama
- e) contenido de **cloruros**, aplicando volumetría por precipitación
- f) **sulfatos** por turbidimetría

- g) **sólidos disueltos totales** mediante gravimetría
- h) análisis cualitativo del contenido de **nitritos y nitratos**

Todos los métodos utilizados corresponden a los métodos de referencia que se utilizan en un laboratorio de análisis fisicoquímicos de aguas (Greenberg y col., 1985)

Se realizó el análisis de las principales características fisicoquímicas del agua que los productores utilizan actualmente en la sala de procesamiento comunitaria de la Cooperativa de la Costa, los resultados obtenidos se muestran en la **Tabla 1**. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que la calidad del agua analizada es apropiada para ser utilizada en la elaboración de los productos ya que cumple con los requisitos legales para ser considerada agua potable.

Tabla 1. Parámetros fisicoquímicos de los análisis de agua realizados en muestras de diversos puntos de la red de suministro de agua de la sala de procesamiento comunitaria de la Cooperativa de la Costa (Villa Arguello, Berisso).

Parámetro	Valor en la muestra obtenida de:			Valor de referencia
	Entrada de la cisterna	Interior de la cisterna	Canilla	
pH	7,40	7,87	7,20	6,5 – 8,5
Dureza total (ppm CaCO ₃)	187,50	170,00	172,50	< 400
Dureza cálcica (ppm CaCO ₃)	ND	ND	112,50	
Dureza magnésica (ppm MgCO ₃)	ND	ND	50,59	
Sodio ppm Na ⁺	170	81	107	130 *
Alcalinidad ppm CaCO ₃	94,80	89,10	90,47	600
Cloruros ppm Cl ⁻	ND	ND	174	350
Sulfatos ppm SO ₄ ⁻²	235	81	74	<400
Sólidos totales ppm	ND	ND	604	<1500
Nitritos	Negativo	Negativo	Negativo	Neg. <0,1 ppm
Nitratos	Negativo	Negativo	Negativo	Neg. <45 ppm

ND: no se realizó su determinación

* No existe valor de referencia en la legislación, se toma como referencia el valor frecuente en los análisis de agua potable

Sociabilización de los resultados

Durante la jornada de capacitación se presentaron los resultados del análisis de agua y más allá de que los resultados fueron los adecuados, se aprovechó esta instancia de

sociabilización para trabajar sobre la interpretación de algunos resultados en caso de que los análisis arrojaran valores fuera de lo esperado. Principalmente se trabajó sobre la problemática de un alto contenido de nitratos y nitritos en el agua de consumo, datos que pueden alertar sobre una posible contaminación bacteriana o sobre la cercanía de alguna actividad agropecuaria, entre muchas posibilidades, que estuviera filtrando grandes cantidades de nitratos hacia las fuentes de agua (García y Bosch, 1988). En el caso de una posible contaminación bacteriana se trabajó sobre el concepto de la importancia del control microbiológico del agua y los posibles focos de contaminación que se pudieran generar aún dentro del establecimiento propio. Se conversó sobre la importancia de realizar controles a los tanques, cisternas y otro tipo de reservorio de agua que se instale en la sala de elaboración, ya que estos representan posibles puntos de contaminación que depende directamente de los usuarios y no de la calidad del agua de red. Se plantearon posibles soluciones, entre ellas la limpieza frecuente de los reservorios y la acción preventiva del uso de hipoclorito como agente descontaminante.

2.2- Desarrollo de kits para la determinación rápida de parámetros de calidad de agua



Se desarrollaron kits colorimétricos artesanales para la determinación del pH y la dureza del agua. Cabe aclarar que si bien existen muchas características que determinan la calidad del agua, comenzamos por estos kits debido a que son determinaciones relativamente sencillas de manera tal de tratar de asegurar la sostenibilidad de su utilización.

Kit para la determinación de pH en agua

El pH expresa el grado de acidez o alcalinidad de una muestra en una escala del 0 al 14. El método de referencia que se utiliza en los laboratorios de análisis físico-químicos es el método potenciométrico, para lo cual se requiere un electrodo de vidrio combinado. Si bien el equipo no es muy sofisticado requiere una inversión la que muchas veces no está al alcance de los productores familiares.

Para desarrollar el kit se utilizó un método basado en el cambio color de una mezcla de indicadores ácido base, denominados genéricamente “indicador universal” (Brown y Salee, 1977). La mezcla de indicadores tiene una gama de colores que permite diferenciar además de valores extremos, valores de pH que abarcan el rango normal para una muestra de agua (pH entre 5,5 y 8). El kit consta de tubos tipo Falcon de 15 mL para contener la muestra de agua, goteros que contienen al indicador, pipetas de plástico y una cartilla con los pasos a seguir para

realizar la prueba y la escala de colores de referencia para la interpretación de los resultados (Figuras 1 y 2). El procedimiento consiste en colocar 5 mL de muestra de agua en los tubos Falcon, agregar 10 gotas del indicador utilizando las pipetas de plástico, tapar, agitar y comparar el color observado con la escala de referencia (pH 6 a 12).

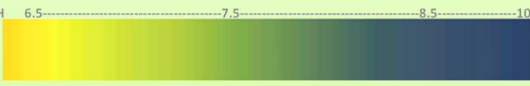
 Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales |  UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
Curso de Antilisis Químico
Sumando valor a la Horticultura Familiar

DETERMINACIÓN DE pH EN AGUA

Tubos tipo falcon de 15 mL
Colocar 5mL de la muestra de agua
Agregar 10 gotas del indicador
Tapar, agitar y observar el color

Ph 6,5	Ph 7,5	Ph 8,5
Ph 7	Ph 8	Ph 10

pH 6.5 ----- 7.5 ----- 8.5 ----- 10



amarillo verdoso azul

Figura 1. Cartilla del kit para la determinación de pH en agua.



Figura 2. Kit completo para la medida de pH en agua

Kit para la determinación de dureza en agua

La dureza de un agua está constituida por el contenidos de iones calcio y magnesio. Su determinación es de gran importancia ya que aguas con excesivo contenido de estos metales pueden ocasionar problemas, como obturación de cañerías, pérdida de eficacia de los equipos de transferencia de vapor, pueden cortar el jabón durante la limpieza y durante la cocción de ciertas legumbres, formando en este último caso capas insolubles de oxalatos que dificultan la transferencia de calor.

El kit fue desarrollado tomando como referencia el método estándar para la determinación de dureza: Volumetría por formación de complejos. Según este método los iones calcio y magnesio forman complejos estables con el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) a pH 10. Con el uso de un indicador metalocrómico se puede observar mediante cambios de color si los iones reaccionaron por completo con el EDTA agregado (Rodier, 2011). Sobre esta base se diseñó un kit que consta de tubos tipo Falcon de 15 mL para contener la muestra de agua a analizar, un buffer pH10, indicador en polvo Negro de Eriocromo y una cartilla con el procedimiento e interpretación de los resultados (**Figuras 3 y 4**). El protocolo consiste en colocar 10 mL de agua en los tubos, agregar una pizca de indicador y 10 gotas de buffer, mezclar y observar el color inicial (rosado). Luego se agrega EDTA gota a gota (contando el número de gotas) hasta obtener un color azul. La cantidad de gotas de EDTA agregada indicará el tipo de agua según su dureza.


Facultad de
Ciencias Agrarias
y Forestales


UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE LA PLATA

Curso de Análisis Químico
Sumando valor a la Horticultura Familiar



DETERMINACIÓN DE DUREZA EN AGUA

Tubos tipo Falcon de 15 ml
Colocar 10 ml de la muestra de agua
Colocar 10 gotas de buffer pH 10
Colocar una pizca de Negro de Eriocromo
Mezclar bien y observar el color inicial (rosado)
Agregar gota a gota la solución EDTA usando la pipeta de plástico
Contar el número de gotas agregadas hasta obtener el color azul

Interpretación de resultados:

Menos de 6 gotas = menos de 150 ppm	➔	AGUA BLANDA
Entre 7 y 16 gotas = entre 150 y 400 ppm	➔	AGUA SEMIDURA
Más de 16 gotas = más de 400 ppm	➔	AGUA DURA



Figura 3. Cartilla del kit para la medida de dureza en agua



Figura 4. Kit completo para la determinación de dureza en agua

Capacitación a los productores en el uso de los kits desarrollados

Se llevó a cabo una jornada de capacitación en el uso adecuado de los kits en la cual participaron pequeños productores de la Cooperativa de la Costa de Berisso que poseen un emprendimiento comunitario de elaboración de conservas y dulces e integrantes del Grupo Extensionista de la FCAYF. La modalidad implementada fue teórico-práctica, la cual comenzó con una presentación sobre los conceptos básicos de química (nociones elementales de bioseguridad en el laboratorio, concepto de pH, dureza % de sólidos) así como la importancia de conocer dichas características fisicoquímicas en el agua utilizada para la elaboración de las conservas y mermeladas. Posteriormente, se mostraron los elementos que componen los respectivos kits, así como su forma de utilización. Los productores realizaron el análisis de las muestras de agua con el acompañamiento de los integrantes del grupo extensionista de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.



Figura 5. Fotografía de la jornada de capacitación con la participación de pequeños productores de la Cooperativa de la Costa de Berisso e integrantes del grupo extensionista de la FCAyF (UNLP).

3- CONCLUSIONES O RESULTADOS LOGRADOS

En relación a la primera línea de trabajo planteada, que involucra la realización de los análisis físicoquímicos del agua que se utiliza en la sala de elaboración de la Cooperativa de la Costa, hemos acompañado a los productores familiares a través de la realización de dichos análisis en el laboratorio de Análisis Químico de la FCAyF de la UNLP y en este primer control los resultados indican que el agua de la sala califica como agua apta para consumo, según los parámetros del CAA. Hemos instalado la idea de la importancia de realizar un control de la calidad del agua que se va a utilizar en la elaboración de productos ya sea como ingrediente, o en todas las etapas de limpieza involucradas.

En relación a la segunda línea de trabajo, hemos logrado desarrollar kits para la determinación de pH y dureza del agua, los que fueron entregados en la sala de elaboración a los productores de la Cooperativa. Durante la jornada de capacitación se avanzó en la

capacitación de los productores familiares para realizar determinaciones básicas de laboratorio, habiéndose logrado en esta primera etapa la aplicación de los kits desarrollados. La ventaja de la utilización de los mismos radica en que su procedimiento consta de pasos sencillos, presentan escalas de color para obtener resultados precisos, se dispone de todos los reactivos necesarios en un solo kit, tiene bajo costo y se puede aplicar “sobre el terreno”.

4- BIBLIOGRAFÍA

- Brown , Salee. (1977). Química Cuantitativa Editorial Reverté. ISBN 84-291-7080-4.
- Código Alimentario Argentino 2006. Marzocchi Ediciones.1800 pp.
- García y Bosch Bosch (1988). Aspectos toxicológicos de la presencia de nitratos y nitritos en los productos hortícolas cocidos y en su agua de cocción. Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos, ISSN 0300-5755, N° 191 (Abril), págs. 71-75
- Greenberg, Trussell, Clesceri (Eds.), (1985). Standard methods for the examination of water and wastewater, American Public Health Association, AmericanWater Works Association and Water Pollution Control Federation, Washington, 1985.
- Rodier. ANALISIS DEL AGUA, 2011. Editorial: OMEGA. ISBN: 9788428215305