

Universidad Autónoma del Estado de México



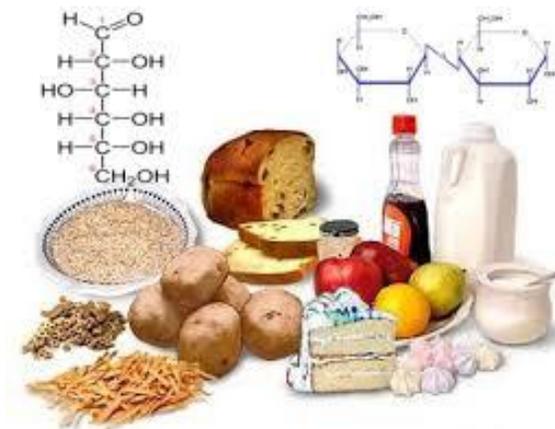
Facultad de Ciencias Agrícolas



Licenciatura de Ingeniero Agrónomo Industrial

*Manual de Practicas de la Unidad de Aprendizaje*

**Bioquímica de los Productos Agropecuarios**



Dra. María Dolores Mariezcurrena Berasain

Ing. Gisela Velázquez Garduño

Dra. Dora Luz Pinzón Martínez

Dra. Luz Raquel Bernal Martínez

Dra. Ana Tarín Gutierrez Ibáñez

2015



## Índice de Contenidos

Título del apartado	Pág.
Portada.....	i
Índice de Contenidos.....	1
<b>PRIMERA SECCIÓN:</b> Introducción Al Trabajo En El Laboratorio De Bioquímica De Los Productos Agropecuarios.....	2
Introducción.....	3
Instrucciones de Seguridad en el Laboratorio.....	5
Normas Generales De Seguridad.....	5
Sistema Globalmente Armonizado De Clasificación Y Etiquetado De Productos Químicos (SGA).....	7
Reporte De Laboratorio.....	9
Reporte Final.....	11
Ficha De Evaluación.....	14
<b>SEGUNDA SECCIÓN:</b> Prácticas De Laboratorio De Bioquímica De Los Productos Agropecuarios.....	15
AGUA	
<b>Práctica No. 1:</b> Influencia Del Contenido De Agua En La Conservación De Los Alimentos.....	16
AGUA	
<b>Práctica No. 2:</b> Actividad De Agua (Aw) E Isotermas De Sorción.....	19
CARBOHIDRATOS	
<b>Práctica No. 3:</b> Reacciones De Oscurecimiento No Enzimático En Azúcares Presentes En Los Alimentos.....	28
<b>MÉTODO 1.</b> Inhibición del oscurecimiento enzimático en manzanas por adición de bisulfito de sodio.....	28
<b>MÉTODO 2.</b> Oscurecimiento no enzimático en papas.....	29
<b>MÉTODO 3.</b> Efecto de la temperatura en el oscurecimiento no enzimático en cebolla.....	30
<b>MÉTODO 4.</b> Reacción de Maillard durante el proceso de elaboración de cajeta.....	31
CARBOHIDRATOS	
<b>Práctica No. 4:</b> Factores Fisicoquímicos Que Determinan La Formación De Geles En Alimentos.....	34
LÍPIDOS	
<b>Práctica No. 5:</b> Determinación De Lípidos.....	37
LÍPIDOS	
<b>Práctica No. 6:</b> Propiedades Cualitativas De Lípidos De Importancia En La Industria Alimentaria.....	40
Bibliografía General.....	46



# **PRIMERA SECCIÓN**

## **Introducción Al Trabajo En El Laboratorio De Bioquímica De Los Productos Agropecuarios**



## **Introducción**

La Unidad de Aprendizaje (UA) Bioquímica de los Productos Agropecuarios es fundamental ya que es la ciencia que se encarga del estudio de los componentes de los alimentos así como de las reacciones que ocurren entre estos.

Los alimentos son sistemas biológicos con características muy peculiares, de ahí que es necesario conocer sus componentes químicos, su comportamiento fisicoquímico y la interrelación entre los diferentes componentes que lo conforman para mantener, sus características naturales o impartirle otras características deseadas durante la transformación industrial, así como durante el almacenamiento.

El programa de la UA "Bioquímica de los Productos Agropecuarios" está integrado por 6 Unidades de Competencia, mismas que se describen a continuación:

Unidad de Competencia I: Agua

Se analizarán las propiedades del agua, las reacciones que desencadena así como su efecto sobre los alimentos.

Unidad de Competencia II: Carbohidratos

Se estudiará efecto del uso de diferentes carbohidratos en los alimentos en base a su estructura química, propiedades físicas, químicas y funcionales.

Unidad de Competencia III: Lípidos

Se distinguirá y fundamentará el efecto que tienen los lípidos en los alimentos tomando en consideración su estructura química, propiedades físicas, químicas y funcionales así como la relación existente entre estas y los métodos de obtención y procesos de modificación de estos.

Unidad de competencia IV: Proteínas

Se estudiará el efecto de las proteínas en los alimentos en base a: Su estructura química, propiedades físicas, químicas y funcionales, las enzimas en diferentes tipos de alimentos, la función de catalizadores biológicos que promueven deterioro, mejoramiento del color, sabor, textura, calidad nutricional y la función de las enzimas como índices de calidad en los alimentos, tomando como base su estructura química, especificidad y clasificación, entre otras cosas.

Unidad de competencia V: Interacciones

Se analizará un producto seleccionado en base a su composición y se estudiarán la interacción entre los diferentes componentes (grasas, proteínas y carbohidratos) del mismo para poder inferir sus propiedades.

En el Laboratorio se pone en práctica lo aprendido en las sesiones teóricas. Sin embargo, por sus características particulares, es decir el material y equipo que se utiliza, es necesario primero conocer las normas para que el trabajo en el Laboratorio sea beneficioso y no represente un peligro.

El Manual de Bioquímica de los Productos Agropecuarios consta de seis prácticas, dos relacionadas con la UC de agua, dos para carbohidratos (la primera mediante cuatro metodologías diferentes), y finalmente dos para lípidos.

Las prácticas que propone el siguiente Manual y que se articulan adecuadamente con el programa de la UA son:



Práctica No. 1: Influencia del contenido de agua en la conservación de los alimentos.

Práctica No. 2: Actividad de agua ( $a_w$ ) e isothermas desorción.

Práctica No. 3: Reacciones de oscurecimiento no enzimático en azúcares presentes en los alimentos.

Método 1: Inhibición del oscurecimiento enzimático en manzanas por adición de bisulfito de sodio

Método 2: Oscurecimiento no enzimático en papas.

Método 3: Efecto de la temperatura en el oscurecimiento no enzimático en cebolla.

Método 4: Reacción de Maillard durante el proceso de elaboración de cajeta.

Práctica No. 4: Factores fisicoquímicos que determinan la formación de geles en alimentos.

Práctica No. 5: Determinación de lípidos.

Práctica No. 6: Propiedades cualitativas de lípidos de importancia en la industria alimentaria.

El objetivo del presente Manual de Prácticas de Laboratorio es proporcionar a los estudiantes de la Licenciatura de Ingeniero Agrónomo Industrial las técnicas experimentales básicas en Bioquímica de los Productos Agropecuarios, esenciales para su actividad profesional y su aplicación en su especialidad.

En la primera sección del Manual se describen las Instrucciones y Normas de Seguridad en el Laboratorio, Precauciones y Primeros Auxilios, el Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA), Normas de Presentación de los Reportes de Laboratorio, Lineamientos del Reporte Final (Propuesta de Investigación, Presentación Oral y Trabajo Escrito), y la Ficha de Evaluación y en la segunda se describen las practicas que se llevarán a cabo en el laboratorio, mismas que contienen: Nombre y número de la práctica, objetivo, introducción, metodología, cuestionario y bibliografía.



## **Instrucciones de Seguridad en el Laboratorio**

Las siguientes instrucciones son para crear dentro del laboratorio un ambiente propicio para la experimentación y el aprendizaje es por ello que se exige el cumplimiento de cada una de las normas para proveerles protección, seguridad y orden. Cualquier infracción de las reglas resultará en la aplicación de los Lineamientos de uso de los laboratorios de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM, Capítulo Cuarto de las Sanciones.

### **Normas Generales De Seguridad**

1. Es obligatorio ser puntual y asistir, así como el uso de bata, cofia, cubre bocas y guantes; y presentar la Bitácora de Laboratorio.
2. Siempre se debe mantener el área de trabajo limpia y ordenada. Una mesa de trabajo limpia es segura y previene de obtener resultados imprecisos. Mantén siempre tapados los frascos de los reactivos y entréguelos al responsable del laboratorio inmediatamente después de utilizarlos.
3. Asegúrate de que los pasillos entre las mesas y las salidas de laboratorio se encuentren siempre libres de cualquier obstáculo.
4. Está estrictamente prohibido usar la pipeta con la boca. Usa siempre una perilla de succión.
5. Cuando tengas que aplicar fuerza a material de vidrio (por ejemplo insertar un termómetro o varilla en un tapón de caucho) envuelva una toalla alrededor de las manos. La herida que produce el vidrio cuando se rompe es la fuente de accidentes más común en el laboratorio.
6. No abandones tu mesa de trabajo cuando en esta se encuentre alguna reacción o equipo en proceso.
7. Muchas sustancias orgánicas son volátiles y muy inflamables. No calientes estas sustancias o sus soluciones en vasos abiertos o directamente a la llama; tampoco dejes cerca de la llama los recipientes de tales sustancias, ni intentes trasvasarlos sobre mesas que tengan algún mechero encendido.
8. Lee cuidadosa y completamente las instrucciones de cada experimento antes de llegar al laboratorio. En ellas encuentras referencias de los procedimientos que son potencialmente peligrosos, pero si no estás seguro de conocer la peligrosidad de un procedimiento, consulta con el profesor. Además se espera que leas y comprendas perfectamente la información que se presenta en la introducción de cada experimento con respecto a los peligros asociados con la manipulación de las sustancias químicas en particular y con el manejo de aparatos y equipos.
9. Deja tu mochila, chamarra y cualquier otro implemento que no necesites en el laboratorio en los casilleros dispuestos para tal fin. Sobre la mesa solamente debes tener lo necesario para tomar las debidas notas, y el Manual de Prácticas Laboratorio.
10. Avisa a tus compañeros si vas a trabajar con sustancias peligrosas o de mal olor.



11. No devuelvas reactivos sobrantes sin usar a los recipientes originales. Tráталos como materiales de desecho.
12. Usa estrictamente la cantidad de reactivo que vayas a necesitar.
13. No desperdicies ningún recurso del laboratorio: ni reactivos, ni agua destilada, ni papel toalla, etc.
14. Nunca pruebes las muestras. Muchas sustancias orgánicas y algunos materiales inorgánicos son tóxicos por absorción a través de la piel, por ingestión o por inhalación. Debe evitarse el contacto de líquidos con la piel mediante el uso de guantes apropiados.
15. No peses las sustancias sólidas directamente sobre el platillo metálico de la balanza.
16. Muchos equipos del Laboratorio son delicados y muy costosos. Bajo ninguna circunstancia uses un equipo sin haber recibido instrucciones previas. Ante cualquier duda consulte siempre con el profesor.
17. Está terminantemente prohibido comer, beber o fumar dentro del laboratorio.
18. No corras ni juegues dentro del laboratorio.
19. Cuando salgas del laboratorio lávate bien las manos antes de comer o beber.
20. Cinco minutos antes de terminar la práctica debes limpiar tu lugar, al igual que el equipo que hayas utilizado el cual debe quedar limpio seco, sin etiquetas.

### **Precauciones Y Primeros Auxilios**

1. Siempre agrega el ácido al agua y **nunca agua al ácido**.
2. Cuando se derrame algún ácido o una base limpia lo más que puedas con suficiente papel toalla sin permitir que los líquidos entren en contacto con tu piel. Inmediatamente se procede a lavar con suficiente agua la superficie mojada por el ácido o la base.
3. En caso de que alguna sustancia se haya derramado sobre ti acude de inmediato alguna fuente de agua dejando fluir suficiente agua sobre las áreas afectadas para lavar cualquier residuo de dichas sustancias. Las quemaduras por calor deberán ser tratadas de la misma manera.
4. En caso de que algunas de estas situaciones ocurra notifica de inmediato al profesor.
5. Recipientes como probetas, frascos volumétricos. Erlenmeyers, entre otros, que contengan líquidos volátiles deberán ser cubiertos según se indique en el Manual de Laboratorio.

## Sistema Globalmente Armonizado De Clasificación Y Etiquetado De Productos Químicos (SGA)

El Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de Productos Químicos (SGA) es un sistema fundamental para la identificación y clasificación de las sustancias químicas y la comunicación de los peligros relacionados con las mismas; incluye criterios de clasificación para todas las sustancias químicas y sus mezclas, señalando los peligros físicos, a la salud y al ambiente, considerando como medio de comunicación las etiquetas y hojas de seguridad.

### ETIQUETADO

La etiqueta debe contar con pictogramas (símbolos encerrados en un rombo), palabras de advertencia, indicaciones de peligro, consejos de prudencia, que complementan la identificación del producto, la información básica, así como los datos del proveedor.

The image shows a chemical label for Methanol with various hazard information. At the top, there are identification numbers: 1.06007.1000, 31.12.10, and 11. The label features three hazard pictograms: a flame (H228), a skull and crossbones (H226), and a person with a star (H373). The label also contains hazard statements (H228, H226, H373) and precautionary measures (P201, P202, P231+P232, P233, P235+P234, P240, P241, P242, P243, P244, P245, P246, P247, P248, P249, P251+P252, P253, P254, P255, P256, P257, P259, P261, P262, P263, P264, P265, P271, P273, P280, P281, P282, P283, P284, P285, P286, P287, P288, P289, P290, P291, P292, P293, P294, P295, P296, P297, P298, P299, P302+P352, P303+P361+P531, P304+P340, P305+P351+P338, P308+P313, P312, P314, P315, P316, P317, P318, P319, P320, P321, P322, P323, P324, P325, P326, P327, P328, P329, P330, P331, P332, P333, P334, P335, P336, P337, P338, P339, P340, P341, P342, P343, P344, P345, P346, P347, P348, P349, P350, P351, P352, P353, P354, P355, P356, P357, P358, P359, P360, P361, P362, P363, P364, P365, P366, P367, P368, P369, P370, P371, P372, P373, P374, P375, P376, P377, P378, P379, P380, P381, P382, P383, P384, P385, P386, P387, P388, P389, P390, P391, P392, P393, P394, P395, P396, P397, P398, P399, P400, P401, P402, P403, P404, P405, P406, P407, P408, P409, P410, P411, P412, P413, P414, P415, P416, P417, P418, P419, P420, P421, P422, P423, P424, P425, P426, P427, P428, P429, P430, P431, P432, P433, P434, P435, P436, P437, P438, P439, P440, P441, P442, P443, P444, P445, P446, P447, P448, P449, P450, P451, P452, P453, P454, P455, P456, P457, P458, P459, P460, P461, P462, P463, P464, P465, P466, P467, P468, P469, P470, P471, P472, P473, P474, P475, P476, P477, P478, P479, P480, P481, P482, P483, P484, P485, P486, P487, P488, P489, P490, P491, P492, P493, P494, P495, P496, P497, P498, P499, P500, P501, P502, P503, P504, P505, P506, P507, P508, P509, P510, P511, P512, P513, P514, P515, P516, P517, P518, P519, P520, P521, P522, P523, P524, P525, P526, P527, P528, P529, P530, P531, P532, P533, P534, P535, P536, P537, P538, P539, P540, P541, P542, P543, P544, P545, P546, P547, P548, P549, P550, P551, P552, P553, P554, P555, P556, P557, P558, P559, P560, P561, P562, P563, P564, P565, P566, P567, P568, P569, P570, P571, P572, P573, P574, P575, P576, P577, P578, P579, P580, P581, P582, P583, P584, P585, P586, P587, P588, P589, P590, P591, P592, P593, P594, P595, P596, P597, P598, P599, P600, P601, P602, P603, P604, P605, P606, P607, P608, P609, P610, P611, P612, P613, P614, P615, P616, P617, P618, P619, P620, P621, P622, P623, P624, P625, P626, P627, P628, P629, P630, P631, P632, P633, P634, P635, P636, P637, P638, P639, P640, P641, P642, P643, P644, P645, P646, P647, P648, P649, P650, P651, P652, P653, P654, P655, P656, P657, P658, P659, P660, P661, P662, P663, P664, P665, P666, P667, P668, P669, P670, P671, P672, P673, P674, P675, P676, P677, P678, P679, P680, P681, P682, P683, P684, P685, P686, P687, P688, P689, P690, P691, P692, P693, P694, P695, P696, P697, P698, P699, P700, P701, P702, P703, P704, P705, P706, P707, P708, P709, P710, P711, P712, P713, P714, P715, P716, P717, P718, P719, P720, P721, P722, P723, P724, P725, P726, P727, P728, P729, P730, P731, P732, P733, P734, P735, P736, P737, P738, P739, P740, P741, P742, P743, P744, P745, P746, P747, P748, P749, P750, P751, P752, P753, P754, P755, P756, P757, P758, P759, P760, P761, P762, P763, P764, P765, P766, P767, P768, P769, P770, P771, P772, P773, P774, P775, P776, P777, P778, P779, P780, P781, P782, P783, P784, P785, P786, P787, P788, P789, P790, P791, P792, P793, P794, P795, P796, P797, P798, P799, P800, P801, P802, P803, P804, P805, P806, P807, P808, P809, P810, P811, P812, P813, P814, P815, P816, P817, P818, P819, P820, P821, P822, P823, P824, P825, P826, P827, P828, P829, P830, P831, P832, P833, P834, P835, P836, P837, P838, P839, P840, P841, P842, P843, P844, P845, P846, P847, P848, P849, P850, P851, P852, P853, P854, P855, P856, P857, P858, P859, P860, P861, P862, P863, P864, P865, P866, P867, P868, P869, P870, P871, P872, P873, P874, P875, P876, P877, P878, P879, P880, P881, P882, P883, P884, P885, P886, P887, P888, P889, P890, P891, P892, P893, P894, P895, P896, P897, P898, P899, P900, P901, P902, P903, P904, P905, P906, P907, P908, P909, P910, P911, P912, P913, P914, P915, P916, P917, P918, P919, P920, P921, P922, P923, P924, P925, P926, P927, P928, P929, P930, P931, P932, P933, P934, P935, P936, P937, P938, P939, P940, P941, P942, P943, P944, P945, P946, P947, P948, P949, P950, P951, P952, P953, P954, P955, P956, P957, P958, P959, P960, P961, P962, P963, P964, P965, P966, P967, P968, P969, P970, P971, P972, P973, P974, P975, P976, P977, P978, P979, P980, P981, P982, P983, P984, P985, P986, P987, P988, P989, P990, P991, P992, P993, P994, P995, P996, P997, P998, P999).

Fuente: Calviño y Corvalán, 2013

### PICTOGRAMAS DE SEGURIDAD

Los pictogramas comunican una información específica y constan de un símbolo y otros elementos gráficos, como un borde, dibujo o color de fondo.

Los símbolos de peligro normalizado son los siguientes:



Llama	Llama sobre círculo	Bomba explotando
		
Corrosión	Botella de gas	Calavera y tibias cruzadas
		
Signo de exclamación	Medio ambiente	Peligro para la salud
		

Fuente: Naciones Unidas, 2011

### **FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS)**

Contienen información sobre los efectos potenciales sobre la salud al exponerse a una sustancia o mezcla y el modo de trabajar de forma segura con la misma.

La información que debe contener se presenta en 16 secciones, en el siguiente orden:

1. Identificación del producto
2. Identificación del peligro o peligros
3. Composición / información sobre los componentes
4. Primeros auxilios
5. Medidas de lucha contra incendios
6. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental
7. Manipulación y almacenamiento
8. Controles de exposición / protección personal
9. Propiedades físicas y químicas
10. Estabilidad y reactividad
11. Información toxicológica
12. Información ecotoxicológica
13. Información relativa a la eliminación de productos
14. Información relativa al transporte
15. Información sobre la reglamentación
16. Otras informaciones



## **Reporte De Laboratorio**

Debe contener lo siguiente:

1. Número, Nombre y Fecha de la Práctica de laboratorio
2. Introducción
3. Objetivos
4. Metodología. No debes copiarla del manual. Anota sólo las modificaciones o descripciones más amplias de la metodología.
5. Observaciones
6. Resultados. Los resultados se deben presentar en cuadros y / o gráficas. Se ahorra tiempo valioso de laboratorio si se preparan antes de la práctica de laboratorio.
  - A. Cuadros
    - a) Numerar cada cuadro consecutivamente.
    - b) Cada cuadro debe tener nombre.
    - c) Los cuadros deben presentarse con divisiones.
    - d) Las unidades de medida deben escribirse en el encabezado o incluirlos en el cuadro.
    - e) Datos objetivos o subjetivos deben presentarse en cuadros separados.
    - f) Se debe usar notas al pie apropiadas.
  - B. Figuras
    - a) Numerar cada figura consecutivamente.
    - b) Cada figura debe tener nombre, el cual debe ser conciso.
    - c) Usa papel milimétrico, aunque la libreta sea de cuadro.
    - d) Cada eje debe de estar rotulado y contener las unidades de medida.
    - e) Las variables independientes se colocan en el eje de las x (abscisa) y las variables dependientes en el eje de las y (ordenada). En general, usa gráficas lineales cuando la variable dependiente sea continua, y de barras cuando la variable independiente sea discontinua.
7. Discusión. La discusión de los resultados incluye una exposición de los resultados que figuran en los cuadros y figuras. No hacer referencia a cada cuadro y figura en su discusión. Incluye también los errores que desarrollan la experimentación, las dificultades encontradas, las posibles explicaciones de los resultados obtenidos y las conclusiones que podrían extraerse de los resultados. Asegúrate de hacer comparaciones entre los resultados objetivos y subjetivos cuando sea posible. Cuando las preguntas se incluyen con los experimentos en el manual de laboratorio, incorporar respuestas a estas preguntas en el debate. Utilice referencias en su explicación, como "Kim y Wang (2001) estudió la formación de geles de inulina ..." o "... un estudio cinético de los geles de inulina inducidos térmicamente se informó (Kim y Wang, 2001)."
8. Cuestionario
9. Conclusiones
10. Bibliografía.
  - a) Enlistar alfabéticamente la bibliografía citada en la práctica.



- b) Usa el estilo de la guía de autor del *Journal of Food Science*.
- **Artículo:** Autor(es). Año. Título del Artículo. Abreviación de la Revista Volumen (Número): páginas. Ejemplo:  
Kim Y., Wang S.S. 2001. Kinetic study of thermally induced inulin gel. *J Food Sci* 66:991–997.
  - **Capítulo de libro:** Autor(es) del capítulo. Año. Título del capítulo. En: Nombre(s), editor (es). Título del libro. Edición o volume, si es relevante. Lugar de publicación: Nombre de la Editorial. Páginas que contienen el capítulo del libro. Ejemplo:  
Wypych G. 2004. Plasticizer motion and diffusion. In: Wypych C, editor. *Handbook of plasticizers*. Toronto: ChemTec Publishing. p 151–70.
  - **Memorias de Conferencias o Reportes:** Autor(es) o editor(es). Año. Título. Nombre de la conferencia o publicación; lugar de la conferencia, fecha (s) de la conferencia. Lugar de publicación: Editorial. Ejemplo:  
WHO. 2000. The medical impact of antimicrobial use in food animals. Report of a WHO Meeting; Berlin, Germany, 13–17 October 1997. Geneva, Switzerland: World Health Organization
  - **Sitios de internet u otro material de internet:** Organización or editor. Año. Título o página web o base de datos. Edición. URL. Fecha de consulta año mes día. Ejemplo:  
Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2004. Review of the State of World Marine Fisheries Resources. General situation of world fish stocks. Available from: <http://www.fao.org/newsroom/common/ecg/1000505/en/stocks.pdf>. Accessed 2012 March 3.
- c) Anexos



## Reporte Final

Selecciona un problema para tu proyecto, tan pronto como sea posible, el tema y los métodos deben ser aprobados por el profesor. Desarrolla una hipótesis comprobable con las variables independientes y dependientes claramente identificadas. Aplica los principios del método científico al abordar el problema. Una vez que el tema y los métodos sean aprobados verbalmente, los planes deben formalizarse por escrito para obtener una calificación. Lo siguiente debe ser incluido en la propuesta.

### Propuesta De Investigación

1. *Título*
2. *Hipótesis y objetivos*
3. *Antecedentes.* Revisa la literatura y establece lo que se conoce y en lo que aún existen lagunas para responder a la pregunta de investigación. Incluya una justificación para el estudio del problema. Justifica las variables dependientes. ¿Existe una relación lógica entre las variables dependientes e independientes? Justifica los métodos seleccionados. ¿Son los procedimientos estándar? Escribe el objetivo de tu proyecto.
4. *Enfoque:* Escribe la metodología - lo que se va a hacer y cómo. Sea específico. Incluye los procedimientos, las fórmulas y su fuente. Las cantidades de los ingredientes deben estar en unidades métricas (por ejemplo, gramos, mililitros) y las abreviaciones de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades. Si está haciendo la evaluación sensorial, incluya un ejemplo de cuadro de mandos y describa su panel. ¿Cómo se va a controlar las variables distintas de la prueba - por ejemplo, la variación en una muestra de alimento, la temperatura, el procedimiento de la mezcla, tamaño del producto, la preparación de la muestra necesario para la prueba, etc.? Demuestra que se ha analizado el problema.
5. *Cronograma de actividades:* Planifica cada paso - lo que va a hacer cada semana y los preparativos necesarios antes de la sesión de laboratorio. Haga planes para repetir cuantas veces sea necesario si el tiempo lo permite, preferiblemente tres veces.
6. *Materiales necesarios:* Entrega hojas de los materiales y las cotizaciones con tu propuesta. Enlista el material y la cantidad y cuando sea necesario, junto con las especificaciones (de marca, etc.) Para algunos materiales, es mejor tener un mismo lote o variedad para cada repetición, por lo que debe de pedirse lo suficiente para todo el proyecto. Los artículos perecederos deben ser ordenados según sea necesario. Prepare una orden de pedido de alimentos para cada día que desea recibir materiales y anote la fecha la orden de pedido para la fecha en que desea recibir los materiales.

### Presentación Oral

La presentación debe ser de 8 minutos de duración. Debe hacer hincapié en los resultados y discusión.



1. **Antecedentes:** Proporciona suficiente información para familiarizar a la audiencia con el problema objeto de estudio. En su caso, muestra la estructura química o reacción que se investiga.
2. **Metodología:**
  - Describe el diseño general que incluye las variables independientes y dependientes que se están estudiando. Si el diseño es complicado, se representa con un diagrama de flujo.
  - La metodología se describe brevemente; describir los ensayos y explicar los fundamentos de lo que miden usando reacciones o diagramas de flujo en su caso.
3. **Resultados:** Describe los resultados, de preferencia utilizando cifras. Los cuadros y figuras deben tener títulos completos y los ejes/columnas deben de rotularse con las unidades y las variables deben ser identificadas. Las figuras y cuadros deben reportar las medias y las desviaciones estándar para cada tratamiento, incluyendo los datos sensoriales. Asegúrate de reportar el número de repeticiones utilizadas y define la escala de los datos sensoriales. Si utiliza un gráfico de barras para los datos sensoriales, el valor más alto indica la propiedad más deseable.
4. **Discusión :**
  - Interpreta los resultados basándose en los resultados de la literatura o basándose en las explicaciones científicas fundamentadas. Debes citar al menos una referencia bibliográfica de un artículo original de investigación durante tu presentación oral.
  - Resume las conclusiones. Debes estar seguro para hacer frente a la hipótesis o la pregunta original. Por ejemplo, si su objetivo es reducir las calorías de un producto, se debe calcular la reducción de calorías, así como reportar los resultados objetivos y sensoriales.

### **Trabajo Escrito**

El trabajo debe ser impreso, ordenado y revisa la ortografía. Utiliza un estilo de redacción técnica. Evita el uso de la primera persona, las contracciones, y estilos coloquiales y literarios. Utiliza la gramática correcta.

El título debe ser descriptivo, pero no excesivamente largo. El informe escrito debe incluir un resumen. Un resumen es un resumen de un párrafo del objetivo, metodología, resultados principales, y conclusiones.

El trabajo escrito debe incluir las siguientes secciones:

1. **Introducción:** Esta sección debe indicar el problema que se está estudiando con suficientes antecedentes para que los lectores puedan comprender plenamente el proyecto. Esto probablemente requerirá de un análisis de un proceso químico aprendido en clase, como la rancidez oxidativa (reacciones), la gelatinización del almidón, el desarrollo del gluten, entre otros. En esta sección también puedes incluir una revisión de los métodos disponibles para comprobar la variable dependiente y una explicación del planteamiento



seleccionado. Esta sección debe incluir una descripción del objetivo del proyecto, incluyendo las variables independientes y dependientes específicas. Esta descripción puede incluirse al final de esta sección o, si la sección consta de varias páginas, se puede escribir al final del primer párrafo.

2. *Metodología:*

- Usa subtítulos.
- Explica primero en forma general y después específicamente los procedimientos / ensayos / fórmulas.
- En su caso incluye la hoja de puntuación sensorial.
- Da los detalles suficientes para que el proyecto lo pueda repetir por otra persona (por ejemplo, incluye ajustes / sonda para el texturometro, cualquier control de temperatura o pH importantes, tipo de equipo, preparación de muestras, etc.)
- Discute repeticiones, aleatorización y muestreo.

3. *Discusión:*

- Si usaste cálculos para obtener datos, los cálculos de la muestra se deben proporcionar en este apartado o en el apéndice. Si usaste curvas de calibración, incluye figuras o el coeficiente de correlación y el valor-p.
- Da explicaciones científicas y basadas en la bibliografía y las fuentes potenciales de error en la interpretación de los resultados. Las discusiones sin citas suficientes de la literatura se traducen en deducciones de puntos sustanciales.
- Da tus conclusiones. El lector debe ser capaz de determinar si el proyecto se ha realizado correctamente.
- Da sugerencias para trabajos futuros.

4. *Resultados:* Resume los datos en cuadros y figuras usando títulos completos que se puedan entender sin referencia al texto (incluyendo el tipo de producto). El texto debe referirse a cada cuadro y figura, y los cuadros y figuras deben ser numerados secuencialmente.

5. *Referencias:*

- Utiliza el estilo de la guía de autor de la revista Journal of Food Science como lo indica su apartado de referencias y en las citas en el texto. Evite las citas directas de referencias. Parafrasea las fuentes - no plagiar!
- El uso limitado de libros de texto generales es aceptable. Se debe hacer hincapié en artículos de revistas originales. La literatura disponible sobre el tema seleccionado debe estar bien representada.

6. *Apéndice:* Opcional; si se incluye, esta sección se incluye después de las referencias.

7. *Incluir la ficha de evaluación.*



## Ficha De Evaluación

### Trabajo en equipo

Planteamiento del problema

Tiempo de clase usado para mejorar el trabajo

Esfuerzo fuera del horario de clase

Planificación cuidadosa para cada día

TOTAL DE PUNTOS ( \_\_\_\_ de \_\_\_\_)

---

---

---

---

---

### Reporte Oral

Justificación

Antecedentes (relevante, completo, lógico)

Diseño experimental y metodología lógica, descripción

Presentación e interpretación de resultados

Conclusión apoyada en la literatura

Sugerencias para futuros trabajos

Diapositivas

Presentación

Respuesta a las preguntas

TOTAL DE PUNTOS ( \_\_\_\_ de \_\_\_\_)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Trabajo escrito

Resumen

Introducción

Justificación

Materiales y métodos

Resultados

Discusión

Referencias

TOTAL DE PUNTOS ( \_\_\_\_ de \_\_\_\_)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Errores más frecuentes

Ortografía, gramática

Limpieza y forma

Oraciones incompletas

Poco uso de gráficas y cuadros

Introducción verbosa

Análisis de resultados

Conclusiones no respaldadas por la literatura

Estilo incorrecto de referencias

    En el texto

    En la bibliografía

Búsqueda insuficiente de literatura

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Comentarios adicionales:



# **SEGUNDA SECCIÓN**

## **Prácticas De Laboratorio De Bioquímica De Los Productos Agropecuarios**



## AGUA

### Práctica No. 1.

## Influencia Del Contenido De Agua En La Conservación De Los Alimentos<sup>1</sup>

**Duración:** 3 días no constantes (aproximadamente)

### INTRODUCCIÓN

El agua, un elemento esencial para la vida, es además uno de los principales componentes de los alimentos y, por sí sola, un factor determinante para su conservación y seguridad. El ataque de los microorganismos es la principal causa de deterioro y su crecimiento está ligado a la cantidad de agua que contiene el alimento.

### OBJETIVO

Determinar la influencia del contenido de agua en el grado de perechibilidad de distintos alimentos.

### FUNDAMENTO

La actividad del agua tiene una gran influencia sobre el deterioro de los alimentos y con base a ella ocurren diferentes reacciones como se muestra en la siguiente tabla.

INTERVALO DE ACTIVIDAD DE AGUA	TIPO DE REACCIÓN DETERIORATIVA DOMINANTE	TIPO DE POSIBLE REACCIÓN DETERIORATIVA
<b>1.0 – 0.8</b> <b>0.91</b> <b>0.88</b> <b>0.80</b>	Crecimiento de microorganismos Bacterias Levaduras Mohos	Reacciones enzimáticas
<b>0.80 – 0.65</b> <b>0.75</b>	Reacciones enzimáticas	Crecimiento no enzimático Crecimiento de microorganismos
<b>0.65 – 0.30</b>	Reacciones de oscurecimiento no enzimático	Autooxidación
<b>0.30 – 0.0</b>	Autooxidación, cambios físicos	Reacciones de decoloración no enzimática, reacciones enzimáticas

### MATERIAL Y EQUIPO

- 5 crisoles de porcelana
- 5 platos de plástico
- 1 cuchillo
- 1 pinzas para crisol

<sup>1</sup> Váldez G., Y.



- 1 tabla para picar
- 120 g de 5 distintas muestras de alimentos (frutas, verduras, lácteos, postres, galletas, cereales, condimentos)
- Moldes de gelatina transparentes para muestras líquidas
- Balanza analítica
- Desecador
- Estufa

## METODOLOGÍA

### A.

1. Poner a peso constante 5 crisoles de porcelana (colocarlos en una estufa de 60 a 65 °C durante 4 horas, hasta que no exista una variación de peso de  $\pm 0.02$  g).
2. Pesar los crisoles con 2 g de la muestra y anotar el peso de cada uno.
3. Colocarlos en la estufa a 60 °C durante 24 horas.
4. Sacar la muestra de la estufa y colocarla a enfriar dentro de un desecador.
5. Pesar nuevamente anotando los pesos obtenidos.
6. Con los datos obtenidos llenar la siguiente tabla, anotando en la columna los cambios de aparición de hongos, lama, deshidratado, oscurecimiento, mal olor, entre otros.  
 (Este primer paso servirá de referencia para determinar cuál es el alimento que contiene más humedad).

Peso del crisol a peso constante		Peso de crisoles		Observaciones (Describir el aspecto de cada una de las muestras)	% de Humedad
No. Muestra	Peso (g)	P. C. M.	P. C. M. 24 h		

P.C.M.= Peso del crisol con muestra

P. C. M. 4 h = Peso del crisol con muestra 24 horas después

### 7. Cálculos

$$\% \text{ humedad} = \frac{P - P_1}{P_2} \times 100$$

Dónde:

$P$  = Peso del recipiente con la muestra húmeda, en gramos

$P_1$  = Peso del recipiente con la muestra seca, en gramos

$P_2$  = Peso de la muestra en gramos

### B.

1. Colocar en platos de plástico 100g de cada una de las muestras frescas.



2. Dejar las muestras expuestas a temperatura ambiente durante cinco días para lograr un balance con la humedad del medio ambiente que rodea al alimento y reportar los cambios en la siguiente tabla.

<b>Día</b>	<b>No. de muestra</b>	<b>Muestra</b>	<b>Observaciones</b>
1	1		
	2		
2	1		
	2		
3	1		
	2		
4	1		
	2		
5	1		
	2		

3. Discutir los resultados con base a su contenido de agua y las reacciones de deterioro ocurridas.

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Cómo afecta el agua en la conservación de alimentos?
2. ¿Qué métodos de conservación conoces para productos con alto contenido de humedad?
3. Explica qué fue lo que pasó en el experimento que realizaste.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Badui, S. 1982. Química de los alimentos. Ed. Alambra Mexicana.
2. Braverman, J. B. S. 1987. Introducción a la Bioquímica de los Alimentos. Ed. Omega, Barcelona, España.
3. Potter, N. 1978. La ciencia de los alimentos. Ed. Edutex.

## AGUA Práctica No. 2

### Actividad De Agua ( $a_w$ ) E Isotermas De Sorción<sup>2</sup>

**Duración:** 2 días no constantes aproximadamente

#### INTRODUCCIÓN

Cuanto menor es la actividad de agua de un alimento, mayor es su vida útil. Es importante diferenciar entre cantidad de agua y actividad de agua. El primer término hace referencia a la cantidad total de agua presente en el alimento, aunque puede ser que no esté libre para interaccionar. La actividad de agua, en cambio, hace referencia solo a la cantidad de agua libre en el alimento y disponible para reaccionar, es decir, la que puede facilitar la contaminación del producto.

#### OBJETIVO

- Determinar la actividad de agua e isotermas de sorción por el método isopiéstico.
- Construir una isoterma de sorción con los datos obtenidos para una determinada muestra alimenticia.

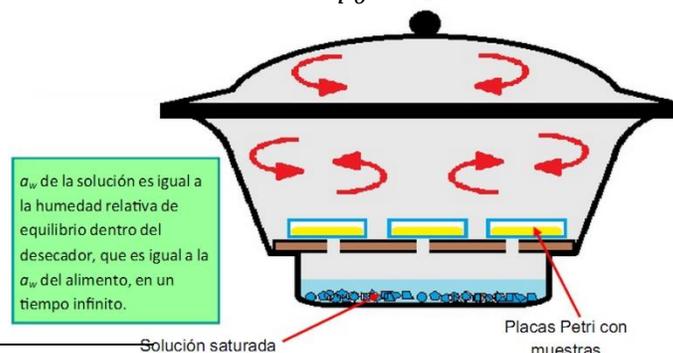
#### FUNDAMENTO

La actividad de agua ( $a_w$ ) es de importancia crítica para muchos atributos de los alimentos tales como textura, apariencia y vida útil.

La determinación de la actividad de agua por el método isopiéstico se basa en el equilibrio que alcanza la masa del alimento debido a las distintas humedades relativas que se logran en sistemas cerrados con soluciones salinas saturadas (hidróxido de sodio, acetato de potasio, carbonato de potasio, nitrato de calcio, sulfato de amonio, entre otras), a presión y temperatura constantes. A este método también se le denomina como método gravimétrico de determinación de la actividad de agua.

La  $a_w$  se define como  $p / p_o$ , donde  $p$  es la presión parcial del agua sobre la muestra de alimento y  $p_o$  es la presión de vapor del agua pura a la misma temperatura. La actividad del agua también se puede definir como la humedad relativa de equilibrio (HRE) dividida entre 100.

$$a_w = \frac{p}{p_o} = \frac{HRE}{100}$$



<sup>2</sup> Manual de Laboratorio Bioquímica de Productos Agroindustriales

The Food Chemistry Laboratory: A Manual for Experimental Foods, Dietetics and Food Scientists



## **MATERIAL Y EQUIPO**

- 3 Cajas Petri para cada solución saturada
- 1 desecador por solución saturada
- 1 Matraz Erlenmeyer de 250 mL por cada solución saturada
- 1 espátula
- 1 piseta
- Balanza analítica, precisión 0,1 mg
- Balanza electrónica, precisión 1 mg
- Estufa
- Sales: bromuro de litio, cloruro de litio, acetato de potasio, cloruro de magnesio, carbonato de potasio, nitrato de magnesio, cloruro de estroncio, cloruro de sodio, sulfato de amonio, cloruro de potasio, cloruro de bario, y sulfato de potasio
- Agua destilada
- Dierita o silica gel
- Azida de sodio
- Acetato de fenilo o tolueno
- Timol
- Muestra de alimento

## **METODOLOGÍA**

Se divide en cuatro etapas: a) preparación de la muestra, b) preparación de las soluciones saturadas, c) medición de la actividad de agua por el método isopiéctico y d) ajuste de datos al modelo Guggenheim Anderson de Boer (GAB).

### **a) Preparación de la muestra**

Es la etapa inicial en el estudio de isoterma, para obtener isoterma de desorción la muestra debe desmenuzarse, en el caso de frutas frescas, se deben trocear o cortar en rodajas, de manera que al colocarlas en el desecador, se exponga la mayor superficie a la humedad relativa de la atmósfera creada en el interior del mismo.

Para obtener isoterma de adsorción, es necesario que el producto este completamente seco, utilizando un proceso de secado lento, en desecadores con silica gel o dierita, este proceso tarda aproximadamente tres semanas, para acelerar el proceso de secado se debe de reducir el tamaño de la muestra.

### **b) Preparación de las soluciones saturadas**

Antes de preparar las soluciones, se debe tomar en cuenta ciertas precauciones. Algunas como el cloruro de potasio y los dicromatos de potasio y sodio son caústicas. Otras como el bromuro de potasio, nitrato de plomo, cloruro de cobalto, bromuro de litio, cloruro de bario, cromato de potasio y cloruro de litio son tóxicas, por lo que se deben de manipular con cuidado.

Primero se determina el volumen de solución que se requiere. La solución saturada debe mantener una capa de cristales de sal en el fondo del desecador



durante el tiempo que se determine la actividad de agua. El volumen de la solución debe estar 4 mm sobre la capa de cristales. En la siguiente tabla se indican las proporciones de sal y agua.

Sal	Fórmula química	Actividad de agua ( $a_w$ )	Cantidad	
			Sal (g)	Agua (mL)
Cloruro de litio	LiCl	0,112	150	85
Acetato de potasio	CH <sub>3</sub> COOK	0,226	200	65
Cloruro de magnesio	MgCl <sub>2</sub>	0,327	200	25
Carbonato de potasio	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	0,438	200	90
Nitrato de magnesio	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,529	200	30
Bromuro de sodio	NaBr	0,577	200	80
Cloruro de estroncio	SrCl <sub>2</sub>	0,708	200	50
Cloruro de sodio	NaCl	0,753	200	60
Sulfato de amonio	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,800	200	60
Cloruro de potasio	KCl	0,843	200	80
Cloruro de bario	BaCl <sub>2</sub>	0,903	250	70
Nitrato de potasio	KNO <sub>3</sub>	0,946	200	80

Fuente: Spiess y Wolf (1987) citado por Ditchfield (2000); y Labuza (2003) citado por Suca Apaza y Suca Apaza (2010).

### Procedimiento:

1. Pese la cantidad de sal en un matraz Erlenmeyer en la balanza electrónica.
2. Agregue poco a poco el agua destilada (debe estar 10oC por encima del valor al que se pretende llevar el experimento).
3. Agite constantemente
4. Una vez disuelta la sal, enfríe a la temperatura deseada usando hielo o agua helada.
5. Viértala al desecador
6. Coloque éste en la estufa
7. Gradúela a la temperatura de la determinación de la isoterma
8. Repita para las demás sales
9. Cierre el desecador
10. Estabilice la solución por lo menos 24 h antes del experimento.

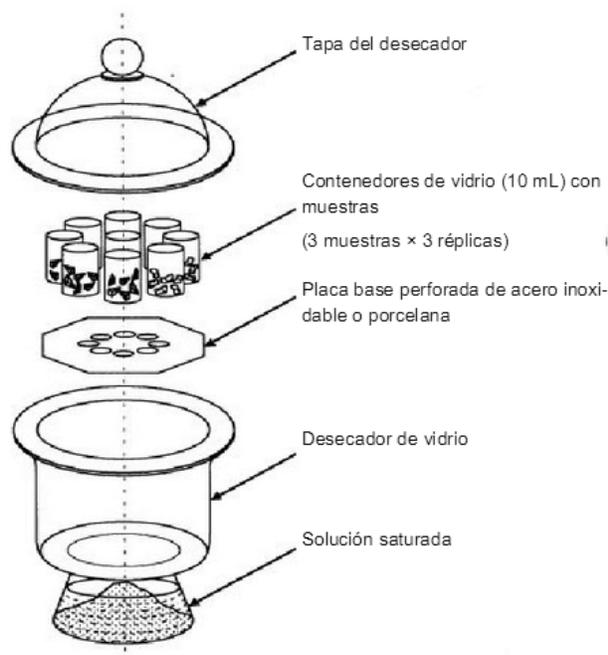
**NOTA:** Utilice sales en todo el rango de actividad de agua (0 a 1), por lo menos entre 8 a 10 valores de  $a_w$ .

### c) Determinación de la isoterma

1. Pese 1 a 2 g de la muestra previamente desmenuzada en una caja Petri lavada y seca.
2. Repita el pesado hasta obtener 3 muestras por cada solución saturada.
3. Coloque cuidadosamente las placas en los desecadores.
4. Cierre herméticamente los desecadores y colóquelos en la estufa a la temperatura de levantamiento de la isoterma.
5. Pese cuidadosamente las cajas con muestra en intervalos de 2 a 3 días hasta que alcancen el equilibrio. Esto lleva alrededor de 10 días para  $a_w$  menores de 0,75 y 21 para  $a_w$  mayores de 0,75.

- Se debe de determinar el contenido de humedad del producto del que se desea determinar su isoterma por triplicado.

**NOTA:** Se puede colocar un tubo de ensayo con tolueno, azida de sodio, acetato de fenilo o timol dentro de los desecadores para prevenir el crecimiento microbiano.



Fuente: Suca Apaza y Suca Apaza, 2011.

#### d) Ajuste de datos al modelo GAB

- Obtener los datos de  $a_w$  para cada una de las soluciones saturadas usadas, con la siguiente tabla.

°C	Fluoruro de cesio	Bromuro de litio	Bromuro de zinc	Hidróxido de potasio
10	0,049 ± 0,016	0,071 ± 0,007	0,085 ± 0,007	0,123 ± 0,014
15	0,043 ± 0,014	0,069 ± 0,006	0,082 ± 0,006	0,107 ± 0,011
20	0,038 ± 0,011	0,066 ± 0,006	0,079 ± 0,005	0,093 ± 0,009
25	0,034 ± 0,009	0,064 ± 0,005	0,078 ± 0,004	0,082 ± 0,007
30	0,030 ± 0,008	0,062 ± 0,005	0,076 ± 0,003	0,074 ± 0,004
35	0,027 ± 0,006	0,060 ± 0,004	0,075 ± 0,003	0,067 ± 0,004
40	0,024 ± 0,005	0,058 ± 0,004	0,075 ± 0,002	0,063 ± 0,004
°C	Hidróxido de sodio	Cloruro de litio	Bromuro de calcio	Yoduro de litio
10	-----	0,113 ± 0,004	0,216 ± 0,005	0,206 ± 0,003
15	0,096 ± 0,028	0,113 ± 0,004	0,202 ± 0,005	0,196 ± 0,002
20	0,089 ± 0,024	0,113 ± 0,003	0,185 ± 0,005	0,186 ± 0,002
25	0,082 ± 0,021	0,113 ± 0,003	0,165 ± 0,002	0,176 ± 0,001
30	0,076 ± 0,017	0,113 ± 0,002	-----	0,166 ± 0,001
35	0,069 ± 0,015	0,113 ± 0,002	-----	0,156 ± 0,001
40	0,063 ± 0,012	0,112 ± 0,002	-----	0,146 ± 0,001
°C	Acetato de potasio	Fluoruro de potasio	Cloruro de magnesio	Yoduro de sodio
10	0,234 ± 0,005	-----	0,335 ± 0,002	0,418 ± 0,008
15	0,234 ± 0,003	-----	0,333 ± 0,002	0,409 ± 0,007
20	0,231 ± 0,003	-----	0,331 ± 0,002	0,397 ± 0,006



25	0,225 ± 0,003	0,308 ± 0,013	0,382 ± 0,002	0,382 ± 0,005
30	0,216 ± 0,005	0,273 ± 0,011	0,324 ± 0,001	0,362 ± 0,004
35	-----	0,246 ± 0,009	0,321 ± 0,001	0,347 ± 0,004
40	-----	0,227 ± 0,008	0,316 ± 0,001	0,329 ± 0,004
°C	<b>Carbonato de potasio</b>	<b>Nitrato de magnesio</b>	<b>Bromuro de sodio</b>	<b>Cloruro de cobalto</b>
10	0,431 ± 0,004	0,574 ± 0,003	0,622 ± 0,006	-----
15	0,432 ± 0,003	0,559 ± 0,003	0,607 ± 0,005	-----
20	0,432 ± 0,003	0,544 ± 0,002	0,591 ± 0,004	-----
25	0,432 ± 0,004	0,529 ± 0,002	0,576 ± 0,004	0,649 ± 0,035
30	0,432 ± 0,005	0,514 ± 0,002	0,560 ± 0,004	0,618 ± 0,028
35	-----	0,499 ± 0,003	0,546 ± 0,004	0,586 ± 0,022
40	-----	0,484 ± 0,004	0,532 ± 0,004	0,555 ± 0,018
°C	<b>Yoduro de potasio</b>	<b>Cloruro de estroncio</b>	<b>Nitrato de sodio</b>	<b>Cloruro de sodio</b>
10	0,721 ± 0,003	0,757 ± 0,001	0,775 ± 0,005	0,757 ± 0,002
15	0,710 ± 0,003	0,710 ± 0,001	0,765 ± 0,004	0,756 ± 0,002
20	0,699 ± 0,003	0,725 ± 0,001	0,754 ± 0,004	0,755 ± 0,001
25	0,689 ± 0,002	0,709 ± 0,001	0,743 ± 0,003	0,753 ± 0,001
30	0,618 ± 0,028	0,691 ± 0,001	0,731 ± 0,003	0,751 ± 0,001
35	0,670 ± 0,002	-----	0,721 ± 0,003	0,749 ± 0,001
40	0,661 ± 0,002	-----	0,710 ± 0,003	0,747 ± 0,001
°C	<b>Cloruro de amonio</b>	<b>Bromuro de potasio</b>	<b>Sulfato de amonio</b>	<b>Cloruro de potasio</b>
10	0,806 ± 0,010	0,838 ± 0,002	0,821 ± 0,005	0,868 ± 0,004
15	0,799 ± 0,006	0,826 ± 0,002	0,817 ± 0,004	0,859 ± 0,003
20	0,792 ± 0,004	0,817 ± 0,002	0,813 ± 0,003	0,851 ± 0,003
25	0,786 ± 0,004	0,809 ± 0,002	0,810 ± 0,003	0,843 ± 0,003
30	0,779 ± 0,006	0,803 ± 0,002	0,806 ± 0,003	0,836 ± 0,003
35	-----	0,798 ± 0,002	0,803 ± 0,004	0,830 ± 0,003
40	-----	0,794 ± 0,002	0,799 ± 0,005	0,823 ± 0,003
°C	<b>Nitrato de estroncio</b>	<b>Nitrato de potasio</b>	<b>Sulfato de potasio</b>	<b>Cromato de potasio</b>
10	0,906 ± 0,004	0,960 ± 0,014	0,982 ± 0,008	-----
15	0,887 ± 0,003	0,954 ± 0,010	0,979 ± 0,006	-----
20	0,869 ± 0,003	0,946 ± 0,007	0,976 ± 0,005	-----
25	0,851 ± 0,004	0,936 ± 0,006	0,973 ± 0,005	0,979 ± 0,005
30	-----	0,923 ± 0,006	0,970 ± 0,004	0,971 ± 0,004
35	-----	0,908 ± 0,008	0,967 ± 0,004	0,964 ± 0,004
40	-----	0,890 ± 0,012	0,964 ± 0,004	0,959 ± 0,004

**Fuente:** Greenspan, L. (1977) citado por Suca Apaza y Suca Apaza (2011).

2. Calcular las humedades de equilibrio (*m*) finales en base seca.  
 La humedad es la cantidad de agua presente en la muestra y se expresa en porcentaje, puede determinarse en dos formas:

a) Base húmeda:

$$\% \text{ Humedad}_{bh} = \frac{\text{masa de agua pérdida}}{\text{masa del sólido húmedo}} \times 100$$

Dónde:

- *masa del sólido húmedo* = *masa del sólido seco* + *masa de agua*
- *masa inicial o masa del sólido húmedo* = (*peso de placa* + *masa inicial*) – *peso placa*
- *masa de agua perdida* = *masa inicial* – *masa final*

b) Base seca:

$$\% \text{ Humedad}_{bs} = \frac{\text{masa de agua pérdida}}{\text{masa del sólido seco}} \times 100$$

Dónde:

- *masa final o masa del sólido seco* = (*peso de placa* + *masa final*) – *peso placa*



El dato de humedad sirve para calcular las humedades de equilibrio. Se puede determinar por dos fórmulas.

a) Para muestras previamente secadas (isotermas de adsorción)

$$m_{eq} = \frac{(w_f - w_i)}{w_i}$$

b) Para muestras sin secar (isotermas de desorción)

$$m_{eq} = \frac{(w_f - w_i) + \left(\frac{m_{bh}}{100}\right) w_i}{w_i \left(\frac{100 - m_{bh}}{100}\right)}$$

Dónde:

$m_{eq}$  = humedad de equilibrio

$m_{bh}$  = humedad en base húmeda de la muestra

$w_i$  = masa inicial de la muestra

$w_f$  = masa final de la muestra

Calcular las humedades de equilibrio para cada solución saturada.

3. Con los datos obtenidos, llene el siguiente cuadro.

Actividad de Agua ( $a_w$ )	Humedad de equilibrio (m) (g / 100 g)		
	$m_1$	$m_2$	$m_3$

4. A continuación se presenta un ejemplo para ajustar datos de humedad de equilibrio al modelo GAB utilizando Microsoft Excel, para obtener las correspondientes isotermas.

**Modelo Guggenheim Anderson de Boer (GAB)**

Para ajustar las isotermas al modelo GAB, se usarán los datos de Abramovic y Klofutar (2006) de dos muestras de goma gelano que se muestran en el siguiente cuadro:

Solución salina	$a_w$	$m$ (g/g)*
Acetato de potasio, CH <sub>3</sub> COOK	0,2245	0,0641
Cloruro de magnesio, MgCl <sub>2</sub>	0,3300	0,0903
Nitrato de calcio, Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,4997	0,1081
Nitrato de amonio, NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	0,6183	0,1352
Cloruro de sodio, NaCl	0,7528	0,1843
Cloruro de potasio, KCl	0,8640	0,2458
Nitrato de potasio, KNO <sub>3</sub>	0,9248	0,3441
Sulfato de potasio, K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,9730	0,5916
Dicromato de potasio, K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,9800	0,5990

\* Los valores de  $m$  se dan en base seca (gramos de agua por gramos de materia seca)

**Fuente:** Abramovic y Klofutar (2006) citado por Suca Apaza y Suca Apaza (2011).



En una Hoja de Microsoft Excel copie los datos de la tabla anterior, para efectos de la práctica use sus datos.

1. Llena esta columna con los valores de  $a_w$  de las sales utilizadas en el experimento

2. Coloque los valores de humedades de equilibrio en base seca alcanzadas por las muestras.

Soluciones salinas	$a_w$	$m$
Acetato de potasio, $\text{CH}_3\text{COOK}$	0.2245	0.0641
Cloruro de magnesio, $\text{MgCl}_2$	0.3300	0.0903
Nitrato de calcio, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.4997	0.1081
Nitrato de amonio, $\text{NH}_4\text{NO}_3$	0.6183	0.1352
Cloruro de sodio, $\text{NaCl}$	0.7528	0.1843
Cloruro de potasio, $\text{KCl}$	0.8640	0.2458
Nitrato de potasio, $\text{KNO}_3$	0.9248	0.3441
Sulfato de potasio, $\text{K}_2\text{SO}_4$	0.9730	0.5916
Dicromato de potasio, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0.9800	0.5990

Fuente: Suca Apaza y Suca Apaza (2011).

La fórmula de GAB es  $(a_w/m) = A(a_w)^2 + B(a_w) + C$ ; que es igual a  $y = Ax^2 + Bx + C$ , por lo cual se debe determinar estos elementos para hallar por regresión los valores de los coeficientes A, B, y C.

3. Para obtener los resultados de esta columna se divide la  $a_w$  (en este caso celda B3) entre  $m$  (celda C3).

4. Para obtener los resultados de las columnas del cuadro siga los pasos que a continuación se describen.

Soluciones salinas	$a_w$	$m$	$a_w / m$	$a_w^2$	A	B	C	$y$ ajustada	$m$ ajustada
Acetato de potasio, $\text{CH}_3\text{COOK}$	0.2245	0.0641	3.5023						
Cloruro de magnesio, $\text{MgCl}_2$	0.3300	0.0903	3.6545						
Nitrato de calcio, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.4997	0.1081	4.6226						
Nitrato de amonio, $\text{NH}_4\text{NO}_3$	0.6183	0.1352	4.5732						
Cloruro de sodio, $\text{NaCl}$	0.7528	0.1843	4.0846						
Cloruro de potasio, $\text{KCl}$	0.8640	0.2458	3.5151						
Nitrato de potasio, $\text{KNO}_3$	0.9248	0.3441	2.6876						
Sulfato de potasio, $\text{K}_2\text{SO}_4$	0.9730	0.5916	1.6447						
Dicromato de potasio, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0.9800	0.5990	1.6361						

Fuente: Suca Apaza y Suca Apaza (2011).

5. Seleccione "Insertar"

6. De clic en "Dispersión"

7. Seleccione primero la columna B ( $a_w$ ) y presionando la tecla Control sin soltarla seleccione la columna D ( $a_w/m$ ).

Soluciones salinas	$a_w$	$m$	$a_w / m$	$a_w^2$	A	B	C	$y$ ajustada	$m$ ajustada
Acetato de potasio, $\text{CH}_3\text{COOK}$	0.2245	0.0641	3.5023						
Cloruro de magnesio, $\text{MgCl}_2$	0.3300	0.0903	3.6545						
Nitrato de calcio, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.4997	0.1081	4.6226						
Nitrato de amonio, $\text{NH}_4\text{NO}_3$	0.6183	0.1352	4.5732						
Cloruro de sodio, $\text{NaCl}$	0.7528	0.1843	4.0846						
Cloruro de potasio, $\text{KCl}$	0.8640	0.2458	3.5151						
Nitrato de potasio, $\text{KNO}_3$	0.9248	0.3441	2.6876						
Sulfato de potasio, $\text{K}_2\text{SO}_4$	0.9730	0.5916	1.6447						
Dicromato de potasio, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0.9800	0.5990	1.6361						

Fuente: Suca Apaza y Suca Apaza (2011).

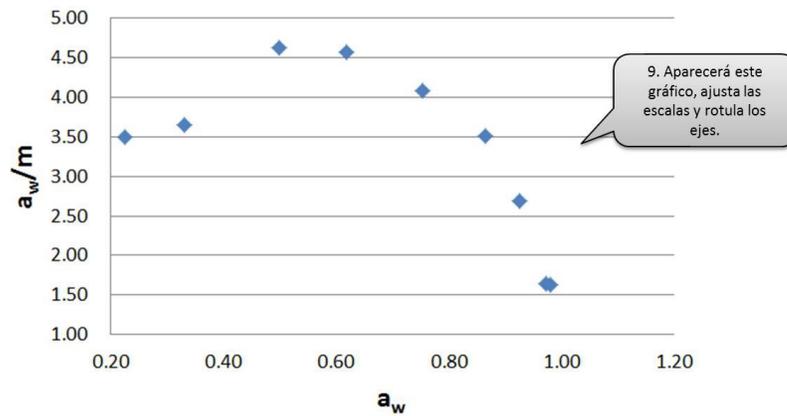


1	A	B	C	D
	Soluciones salinas	$a_w$	$m$	$a_w / m$
2	Acetato de potasio, $\text{CH}_3\text{COOK}$	0.2245	0.0641	3.5023
3	Cloruro de magnesio, $\text{MgCl}_2$	0.3300	0.0903	3.6545
4	Nitrato de calcio, $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	0.4997	0.1081	4.6226
5	Nitrato de amonio, $\text{NH}_4\text{NO}_3$	0.6183	0.1352	4.5732
6	Cloruro de sodio, $\text{NaCl}$	0.7528	0.1843	4.0846
7	Cloruro de potasio, $\text{KCl}$	0.8640	0.2458	3.5151
8	Nitrato de potasio, $\text{KNO}_3$	0.9248	0.3441	2.6876
9	Sulfato de potasio, $\text{K}_2\text{SO}_4$	0.9730	0.5916	1.6447
10	Dicromato de potasio, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	0.9800	0.5990	1.6361
11				

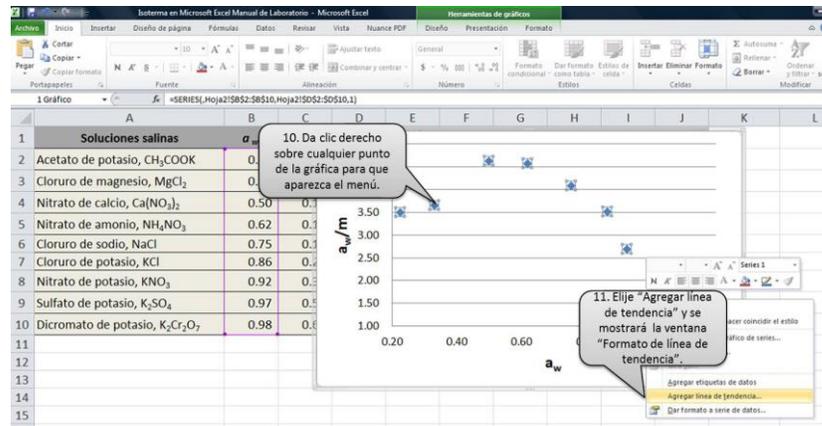
8. Aparecerá este menú. Seleccione "Dispersión solo con marcadores".

Fuente: Suca Apaza y Suca Apaza (2011).

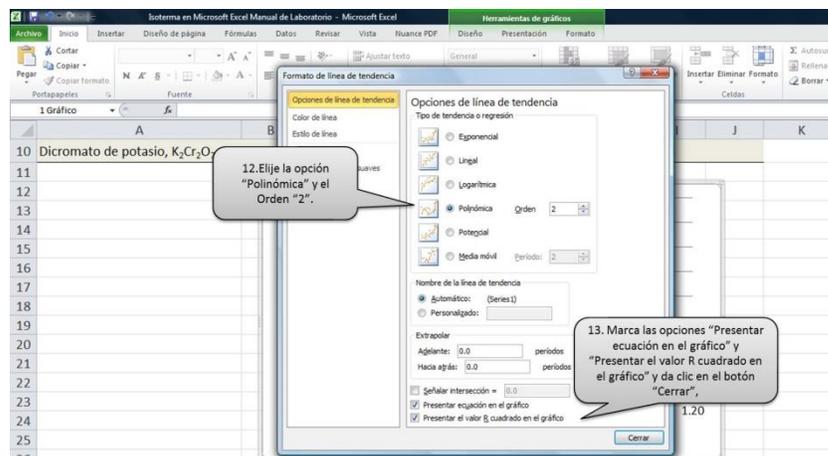
La forma y el orden de los gráficos son importantes, por lo que los datos deben tener una buena presentación para que la información sea clara.



Fuente: Suca Apaza y Suca Apaza (2011).



Fuente: Suca Apaza y Suca Apaza (2011).



Fuente: Suca Apaza y Suca Apaza (2011).

## BIBLIOGRAFÍA

1. Badui, S. 1986. Química de los Alimentos. Edit. Alhambra. México, D.F.
2. Belitz, H.; Grosch, W. 1985. Química de los Alimentos. Acribia. Zaragoza, España.
3. Braverman, J. B.S. 1987. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Edit. Omega, S. A. Barcelona, España.
4. Herrera R. C. H.; Bolaños V., N y Lutz C., G. 2003. Química de los alimentos. Manual de laboratorio. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica.



## CARBOHIDRATOS Práctica NO. 3

### Reacciones De Oscurecimiento No Enzimático En Azúcares Presentes En Los Alimentos<sup>3</sup>

Duración: 2 días no constantes aproximadamente

#### OBJETIVO

Identificar y describir las reacciones de oscurecimiento enzimático y no enzimático en los alimentos.

#### INTRODUCCIÓN

Generalmente, el pardeamiento no enzimático es el resultado de reacciones originadas por las condensaciones entre compuestos carbonilos y aminados; o por la degradación de compuestos con dobles enlaces conjugados a grupos carbonilo. Estas reacciones conducen a la formación de polímeros oscuros que en algunos casos pueden ser deseables (aromas cárnicos sintéticos), pero que en la mayoría de casos conllevan alteraciones organolépticas y pérdidas del valor nutritivo de los alimentos afectados. La velocidad de oscurecimiento no enzimático tiene un máximo a valores de  $a_w = 0,60 - 0,70$ . Existen cuatro rutas principales para el pardeamiento no enzimático, si bien, la química de estas reacciones está relacionada con la reacción de Maillard:

- Reacción de Maillard
- Oxidación del ácido ascórbico
- Peroxidación de lípidos
- Caramelización a alta temperatura

#### MÉTODO 1. Inhibición del oscurecimiento enzimático en manzanas por adición de bisulfito de sodio

#### INTRODUCCIÓN

La importancia del control de la polifenol oxidasa radica en que determina en gran medida la calidad y valor económico de las frutas y vegetales cosechados, almacenados y procesados. Las magulladuras, el troceado y otros procedimientos mecánicos dañan las paredes de las frutas y vegetales lo cual permite que el oxígeno penetre, dando como resultado el oscurecimiento o las reacciones pardeamiento enzimático

---

<sup>3</sup> Manual de Técnicas de Laboratorio de Análisis de Alimentos del I.N.N.S.Z.  
Manual de Laboratorio de Química de los Alimentos. Universidad de Costa Rica.  
Manual de Prácticas de Bioquímica de los Alimentos. Valdéz G., Y.



## FUNDAMENTO

La *oxidación o pardeamiento enzimático*, es el resultado de la acción del oxígeno contenido en el aire en combinación con los compuestos químicos de la fruta, en concreto sobre los fenoles.

## MATERIAL Y EQUIPO

- 4 trozos de manzana de 1cm<sup>3</sup>
- 4 cajas Petri
- 5 ml de disolución de metabisulfito de sodio al 0.1%
- 5 ml de disolución de metabisulfito de sodio al 0.05 %
- 5 ml de disolución de metabisulfito de sodio al 0.01%
- 5 ml de agua destilada

## METODOLOGÍA

1. Colocar 4 trozos de manzana de 1 cm<sup>3</sup>, sobre cajas Petri y tratar a cada trozo con las siguientes disoluciones:  
**Caja Petri A:** Disolución de metabisulfito de sodio al 0.1%  
**Caja Petri B:** Disolución de metabisulfito de sodio al 0.05%  
**Caja Petri C:** Disolución de metabisulfito de sodio al 0.01%  
**Caja Petri D:** Agua destilada
2. Comparar el tiempo en que se dé la reacción de oscurecimiento enzimático en los diferentes tratamientos.
3. Reportar los tiempos de reacción y observaciones de cada tratamiento.

## MÉTODO 2. Oscurecimiento no enzimático en papas

### INTRODUCCIÓN

El pardeamiento no enzimático es el que se presenta a más a menudo, cuando los alimentos se someten a tratamientos térmicos muy altos o cuando se almacenan por períodos muy largos; como resultado final se observan las coloraciones oscuras, una disminución de la solubilidad de las proteínas y del valor nutricional, así como la aparición de sabores y olores.

### FUNDAMENTO

Ciertos grupos de azúcares como los reductores son oxidados fácilmente por otras sustancias, porque poseen un grupo carbonilo libre muy reactivo, que se separa especialmente con otros componentes de los alimentos como los aminoácidos de las proteínas para formar compuestos que afectan el color, el sabor, y otras propiedades de los alimentos.

### MATERIAL Y EQUIPO

- 3 vasos de precipitado de 250 mL
- 1 coladera
- 1 cuchillo



- 1 pala de madera
- 1 papa grande
- 1 pelapapas
- 1 recipiente
- 1 sartén
- 250 mL de aceite
- 300 mL de leche bronca
- 150 mL de agua destilada
- 150 mL de solución de glucosa al 1%
- 150 mL de solución de sacarosa al 1%

## **METODOLOGÍA**

1. Pelar y cortar la papa en cuadritos de 2 cm aproximadamente.
2. Sumergir los cuadritos de papa en leche hasta cubrirlos durante 20 a 30 minutos.
3. Escurrir y separar las papas en tres grupos.
4. Sumergirlas durante 30 minutos como a continuación se indica:
  - Grupo 1. En agua destilada
  - Grupo 2. En solución de glucosa al 1%
  - Grupo 3. En solución de sacarosa al 1%
5. Pasado ese tiempo escurrir y freír a 70°C aproximadamente (o colocar las papas cuando el aceite esté bien caliente, esto se notará porque en el fondo del recipiente comenzarán a formarse ligeras ondas y algunas burbujas), un grupo a la vez, comenzando con la que contiene agua destilada, continuando con la que contiene sacarosa y por último la que contiene glucosa.
6. Separar los tres grupos después de haber freído, examinar y comparar las diferencias de coloración (dorado).
7. Dar una explicación de los resultados obtenido.

## **MÉTODO 3. Efecto de la temperatura en el oscurecimiento no enzimático en cebolla**

### **INTRODUCCIÓN**

Los componentes importantes de los alimentos que intervienen en el pardeamiento no enzimático son carbohidratos de bajo peso molecular y sus derivados azúcares, ácidos ascórbico, compuestos carbonilo. También contribuye en esta reacción los aminoácidos libres y los grupos amino libre de las proteínas y péptido; hay que anotar que el pardeamiento puede presentarse en ausencia de sustancias nitrogenadas. El pardeamiento no enzimático se presenta con mayor frecuencia en los tratamientos de cocción, pasteurización, deshidratación o en el almacenamiento de los productos. El pardeamiento puede tener en los alimentos efectos favorables y desfavorables; los primeros dan a los alimentos el color, aroma y sabor que los caracterizan, por ejemplo café tostado y los segundos color, aroma y sabor



desagradables, en algunos casos disminución de la solubilidad y pérdida del valor nutricional.

## **FUNDAMENTO**

La reacción de Maillard ocurre cuando las proteínas y ciertos lípidos de la superficie se combinan con los azúcares en los alimentos. Estas reacciones químicas de oscurecimiento no enzimático son un grupo de transformaciones que dan origen a los colores y algunos sabores típicos de muchos alimentos cuando se someten a un tratamiento térmico; dependiendo de la intensidad, la coloración puede variar desde un ligero amarillo hasta el café intenso.

## **MATERIAL Y EQUIPO**

- 1 cebolla
- 1 cuchillo
- 1 tabla para picar
- 1 sartén
- 1 pala de madera
- 50 ml de aceite
- 1 plato
- Kleenpack

## **METODOLOGÍA**

1. Lave 1 cebolla y pélela.
2. Córtelas en Julianas (tiras delgadas)
3. Coloque una sartén con 50ml. de aceite a fuego lento y la mitad de las cebollas. El resto de las cebollas resérvelas en un plato y tape con kleenpack.
4. Mueva constantemente hasta que observe un color marrón claro en las cebollas.
5. Retire del fuego, coloque las cebollas en un plato y observe el cambio de color
6. Compare con las cebollas que no sometió a la cocción.
7. Reporte las observaciones

## **MÉTODO 4. Reacción de Maillard durante el proceso de elaboración de cajeta**

### **INTRODUCCIÓN**

Se llama caramelización a la oxidación del azúcar, un proceso empleado ampliamente en la cocina debido al agradable sabor y color marrón obtenido.

Se presenta en los alimentos que son tratados térmicamente de manera drástica, tales como la leche condensada y azucarada, los derivados de la panificación, las frituras, y los dulces a base de leche, como cajeta, natillas, etc. Como la reacción de Maillard, la caramelización es un tipo de dorado no enzimático. Sin embargo, a diferencia de ésta, la caramelización es una pirolisis, en contraposición a una reacción con aminoácidos. A medida que el proceso sucede, se liberan compuestos químicos volátiles, produciendo el característico sabor acaramelado. Si se deja una



solución de sacarosa en un baño de arena durante la noche, la sacarosa (una vez evaporada el agua) se caramelizará. Cuando la caramelización se hace sobre sacarosa, añade una molécula de agua para separarla en fructosa y glucosa, incrementando la masa del caramelo. Hay que distinguir entre los colorantes alimentarios que dan un color marrón y un aspecto caramelizado al alimento y los alimentos caramelizados de forma natural por tratamiento con calor.

## **FUNDAMENTO**

Con este nombre se designa un grupo de transformaciones que traen consigo la producción de melanoidinas coloreadas que van de amarillo claro hasta negro, pero se requiere la presencia de un azúcar reductor (cetosas o aldosas) y un grupo amino libre proveniente de una proteína o un aminoácido. Es deseable para alimentos horneados, postres a base de leche, y es indeseable en otros productos, como la leche condensada o azucarada y en algunos jugos concentrados.

## **MATERIAL Y EQUIPO**

- 5 litros de leche
- $\frac{3}{4}$  a 1 kg de azúcar
- $\frac{1}{2}$  taza de miel Karo o glucosa
- 5 gr bicarbonato
- 2 rajas de canela

## **METODOLOGÍA**

1. Hervir la leche por 10 minutos
2. Adicionar el bicarbonato y canela
3. Agregar la glucosa
4. Colocar el azúcar paulatinamente
5. Mover constantemente, hasta obtener la consistencia deseada
6. Dejar enfriar y envasar.
7. Identificar las diferentes etapas de la Reacción de Maillard durante la elaboración de cajeta y reportar las observaciones.

## **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué son los azúcares reductores y los no reductores? De tres ejemplo de cada uno.
2. Considera que los reactivos utilizados en este experimento aceleraron o inhibieron la formación de pigmentos, ¿por qué?
3. ¿Cuál es la importancia tecnológica de las reacciones de oscurecimiento enzimático y no enzimático en los alimentos?
4. ¿Qué productos propician la caramelización?



## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Badui, S. 1986. Química de los Alimentos. Edit. Alhambra. México, D.F.
2. Belitz, H.; Grosch, W. 1985. Química de los Alimentos. Acribia. Zaragoza, España.
3. Braverman, J. B.S. 1987. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Edit. Omega, S. A. Barcelona, España.
4. Herrera R. C. H.; Bolaños V., N y Lutz C., G. 2003. Química de los alimentos. Manual de laboratorio. Editorial de la Universidad de Costa Rica. Costa Rica.



# **CARBOHIDRATOS**

## **Práctica No. 4**

### **Factores Físicoquímicos Que Determinan La Formación De Geles En Alimentos<sup>4</sup>**

**Duración:** 2 Horas aproximadamente

#### **OBJETIVO**

Demostrar la influencia del pH, temperatura y cantidad de azúcar en la formación de geles.

#### **INTRODUCCIÓN**

Los geles son sistemas creados por una red continua de macromoléculas interconectadas y entrelazadas en una estructura tridimensional en la que queda atrapada la fase continua de agua. Se puede concebir como un estado en el que las macromoléculas coloidales se orientan formando fibrillas que al interaccionar establecen un cuerpo básico o esqueleto que sirve de soporte para retener el agua mediante puentes de hidrogeno.

Los diferentes geles que se encuentran en los alimentos presentan diversos grados de elasticidad y de rigidez, depende de muchos factores, como el tipo del polímero y su concentración; también influyen la concentración de sales, el pH y la temperatura del sistema. A medida que se reduce la temperatura se acelera el establecimiento del gel, mientras que las altas temperaturas inducen la licuefacción. Los geles presentan el fenómeno de histéresis durante su formación y licuefacción ya que los perfiles de temperatura a los que se les lleva a cabo estos dos procesos son diferentes. La sinéresis es un fenómeno que se presenta comúnmente en los geles y consiste en una exudación de la fase acuosa que elimina parte del agua constituyente del gel. El líquido exudado está compuesto en parte por las propias moléculas coloidales en forma diluida. La sinéresis implica una contracción del gel, lo que origina la expulsión del agua. Esta contracción se debe a un reajuste físico de las macromoléculas que adquieren una estructura más estable y provocan un ajuste en la interacción soluto- solvente. La sinéresis está influenciada por factores como la concentración del coloide, el pH, la temperatura o los cambios de ésta y la presencia de otros agentes que la puedan acelerar o inhibir. Ejemplos de estos coloides son el almidón, la gelatina y la pectina.

#### **FUNDAMENTO**

Las soluciones de pectina forman geles cuando se les agrega un ácido y azúcar. El ácido disminuye el pH de la solución y causa que las moléculas de carbohidratos formen uniones. A partir de estas uniones una red de cadenas de polímeros puede

---

<sup>4</sup> IFT Experiments in Food Science Series. Food Chemistry Experiments.



atrapar una solución acuosa. El azúcar incrementa la formación de uniones. La pectina forma el gel, el bajo pH y la cantidad de sólidos solubles ajusta la rigidez. Las condiciones óptimas para la consistencia de la gelatina son 1% de pectina, un pH de 3.2 y la concentración del 55% (en peso).

## **MATERIAL Y EQUIPO**

- 1 paquete de gelatina en polvo de sabor
- 500 ml de jugo de fruta concentrado
- 250 g azúcar granulada
- 250 ml de agua
- 3 Vasos de precipitados de 500 ml
- 1 Mechero bunsen
- 1 tripie
- 1 malla metálica
- 1 cuchara metálica
- 1 par de guantes de asbesto
- 1 Balanza
- 1 Probeta graduada
- 1 almohadilla para horno
- 1 agitador

## **METODOLOGÍA**

### **Primera Parte**

1. Pesa 53 g de azúcar
2. Agrega 18 ml de jugo de fruta concentrado, 60 ml de agua, y 7 g de gelatina en polvo en un vaso de precipitados de 500 ml.
3. Coloca el vaso de precipitados sobre la malla metálica caliente, agitar cuidadosamente hasta que se formen burbujas alrededor.
4. Agrega el azúcar. Hervir por un minuto la mezcla. Ajustar la temperatura para que el líquido no se derrame por las paredes del vaso de precipitados. ¡Cuidado! Puede hervir muy rápidamente si no se observa cuidadosamente.
5. Usando guantes, remueve el vaso de precipitados de la fuente de calor. Coloca sobre una almohadilla para horno para enfriar. Usando una cuchara retira la espuma de la superficie
6. Registra tus resultados.

### **Segunda Parte**

1. Pesa 26 g de azúcar.
2. Repetir los pasos 2, 3, 4 y 5 de la primera parte.
3. Registra tus resultados.



### **Tercera Parte**

1. Pesa 106 g de azúcar.
2. Repetir los pasos 2, 3, 4, y 5 de la primera parte.
3. Registra tus resultados

#### **Cuadro de Datos: Consistencia de la gelatina**

<b>Experimento</b>	<b>Gelatina</b>	<b>Consistencia</b>
Primera parte	Normal	
Segunda Parte	Mitad de azúcar	
Tercera parte	Doble de azúcar	

### **CUESTIONARIO**

1. ¿Qué es un gel?
2. ¿Qué efecto tiene la acidez para la formación del gel?
3. ¿Qué propiedades le confieren los geles a los alimentos?
4. ¿Cómo cambio la consistencia de la gelatina cuando se modificó la relación de azúcar – pectina?
5. ¿Por qué cambio la consistencia de la gelatina cuando se modificó esta relación?

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Braverman, J. B.S. 1987. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Edit. Omega, S. A. Barcelona, España.
2. IFT Institute of Food Technology. 2000. Food Chemistry Experiments. IFT Experiments in Food Science Series. Chicago, IL, USA.



# **LÍPIDOS**

## **Práctica No. 5**

### **Determinación De Lípidos<sup>5</sup>**

**Duración:** 2 horas aproximadamente

**OBJETIVO:** El alumno extraerá y examinará las grasas del chocolate, papas fritas, y semillas de girasol.

### **INTRODUCCIÓN**

Los lípidos son compuestos de los ácidos grasos y del glicerol. Los lípidos son la fuente más eficiente de combustible en los seres vivos; se almacenan debajo de la piel en los animales y del ser humano, y sobre todo en las semillas de plantas. Los lípidos de los alimentos se dividen en las grasas, de origen animal y son sólidas a temperatura ambiente, y los aceites, de origen vegetal y son líquidos a temperatura ambiente. Otro tipo de lípido es el colesterol. El colesterol es un compuesto del esteroide hecho por los animales y se utiliza para elaborar ciertas hormonas esteroides en el cuerpo. No se encuentra en las plantas.

Los lípidos se clasifican como los compuestos orgánicos en solubles (soluble) en solventes orgánicos, pero ligeramente solubles en agua. Los lípidos son biológicamente importantes por formar barreras (membranas de las células animales), que controlan el flujo de agua y de otros materiales en una célula.

Las grasas que se observan en la carne de cerdo, bovino, pollo crudo son conocidas como grasas visibles. Las grasas son visibles a simple vista y son sólidas a temperatura ambiente. Las grasas de los vegetales también son grasas visibles. Las grasas que se encuentran en las botanas, galletas, postres, y dulces son conocidos como grasas invisibles. Aunque no sean visibles, pueden agregar calorías extra a la dieta.

### **FUNDAMENTO**

En el chocolate, el azúcar y el cacao se dispersan en una matriz de grasas cristalizadas. Para evitar la separación de la grasa fuera del chocolate, se utiliza un emulsificante llamado lecitina. La grasa en las papas fritas está sobre todo en la superficie de la papa del proceso de freído. La grasa en la semilla de girasol está en la semilla misma. Los aceites de cocina que utilizamos provienen sobre todo de

nueces y semillas. Los ejemplos de estas fuentes de grasas son maíz, soja, y aceites de cacahuete.

---

<sup>5</sup> IFT Experiments in Food Science Series. Food Chemistry Experiments.



En este experimento, la acetona se utiliza para extraer las grasas invisibles, puesto que los lípidos son ligeramente solubles en agua pero solubles en solventes orgánicos. Cuando la extracción se completa, los estudiantes podrán ver, tocar, y oler el lípido en las cajas Petri y poder determinar si contiene los ácidos grasos saturados o insaturados. La manteca de cacao encontrada en chips de chocolate es una grasa saturada y será sólida a temperatura ambiente. Los aceites usados para freír las papas fritas son insaturados y serán líquidos a temperatura ambiente. El aceite de las semillas de girasol también es insaturado y será líquido a temperatura ambiente.

## **MATERIAL Y EQUIPO**

- 100 g Chips de chocolate (semi amargo)
- 100 g Semillas de girasol
- 100 g Papas fritas
- 100 ml Acetona
- 6 Cajas Petri
- 3 Vasos de precipitados de 100 ml
- 3 Vasos de precipitados de 500 ml
- 1 Probeta graduada 10 ml
- Balanza
- Horno de microondas
- Toallas de papel
- Aluminio
- 1 Martillo
- Lentes de seguridad
- Guantes de latex o de caucho

## **METODOLOGÍA**

### **Parte A. Evidencia visual de las grasas invisibles de los alimentos**

#### **1. Chips de chocolate**

1. Pesa 2 g de chips de chocolate y colócalas sobre una toalla de papel.
2. Colócalas en el horno de microondas por 40 segundos a la máxima temperatura.
3. Dobra la toalla de papel sobre las chips de chocolate y suavemente presiónalas con tus dedos.
4. Déjalo reposar por 5 minutos. Abre la toalla de papel. Registra tus resultados.

#### **2. Papas fritas**

1. Pesa 2 g de papas fritas y colócalas sobre una toalla de papel.
2. Colócalas en el horno de microondas por 25 segundos a la máxima temperatura.



3. Dobra la toalla de papel sobre las papas fritas y presionarlas con el martillo.
4. Déjalo reposar por 5 minutos. Abre la toalla de papel. Registra tus resultados.

### **3. Semillas de girasol**

1. Pesa 2 g de semillas de girasol y colócalas sobre una toalla de papel.
2. Colócalas en el horno de microondas por 25 segundos a la máxima temperatura.
3. Dobra la toalla de papel sobre las semillas y presionarlas con el martillo.
4. Déjalo reposar por 5 minutos. Abre la toalla de papel. Registra tus resultados.

**Cuadro de Datos: Observaciones visuales de grasa**

<b>Alimento</b>	<b>Describe que observaste en la toalla de papel</b>
Chips de chocolate	
Papas fritas	
Semillas de girasol	

## **Parte B. Medida cuantitativa de grasas invisibles de los alimentos**

### **1. Extracción de grasa de chips de chocolate.**

1. Pesa 5 gramos (9 chips) de chips de chocolate. Presionar el chocolate entre dos hojas de aluminio con un martillo.
2. Etiquetar el vaso de precipitados que usarán para colocar cada alimento, uno para las chips de chocolate, otro para las papas fritas, y semillas de girasol. Registra los pesos de los vasos etiquetados.
3. Colocar las chips en el vaso de precipitados etiquetado. Registrar el peso del vaso con el alimento.
4. Agregar 10 ml de acetona a los chips en el vaso de precipitados.
5. Agitar por 1 minuto en una campana de extracción en un área ventilada con un agitador.
6. Cuidadosamente decantar la acetona en una caja Petri, asegurándose que los residuos de los chips de chocolate quedan en el vaso de precipitados.
7. Agregar 10 ml de acetona al chocolate y repetir los pasos 5 y 6.
8. Deja que se seque la acetona de la caja Petri toda la noche en una cámara de extracción ( o área ventilada) para visualizar la grasa extraída.
9. Dejar que se seque la acetona con el chocolate durante la noche. Pesar el vaso con el chocolate.
10. Registrar los resultados.

### **2. Extracción de grasa de papas fritas.**

1. Pesa 5 gramos de papas fritas. Rómpelas en pedazos pequeños con los dedos.



2. Repetir los pasos 1 – 10 de la parte 1.

### 3. Extracción de grasa de semillas de girasol.

1. Pesa 5 gramos de semillas de girasol. Presiónalas entre dos hojas de aluminio con un martillo,
2. Repetir los pasos 1 – 10 de la parte 1.

**Cuadro de datos: Extracción de lípidos**

Alimento	Peso del vaso de precipitados vacío	Peso del vaso con el alimento	Peso del alimento	Peso del vaso de precipitado con el alimento seco	Pérdida de peso del alimento	% Lípidos extraídos
Chips de chocolate						
Papas fritas						
Semillas de girasol						

### Fórmulas:

$(\text{peso del vaso con el alimento}) - (\text{peso del vaso de precipitados}) = \text{peso del alimento}$

$(\text{peso del vaso con el alimento}) - (\text{peso del vaso con el alimento seco}) = \text{pérdida de peso del alimento}$

$$\frac{\text{pérdida de peso del alimento}}{\text{peso del alimento}} \times 100 = \% \text{ lípidos extraídos}$$

**Cuadro de datos: Descripción de las grasas**

Alimento	Color	Textura	Olor	Viscosidad
Chips chocolate				
Papas fritas				
Semillas de girasol				

### CUESTIONARIO

1. ¿Cómo puedes concluir que la mancha húmeda oscura en la toalla de papel es grasa y no agua?
2. Califica de mayor a menor al porcentaje de grasas extraídas de los tres alimentos. Observa la etiqueta de información nutrimental en los empaques de los tres alimentos y otórgales una calificación. ¿Tu calificación coincide con la de las etiquetas?
3. Determina que lípido contiene ácidos grasos saturados e insaturados para este experimento, basándote en las descripciones de las grasas en las cajas Petri.

### BIBLIOGRAFÍA

1. Braverman, J. B.S. 1987. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Edit. Omega, S. A. Barcelona, España.
2. IFT Institute of Food Technology. 2000. Food Chemistry Experiments. IFT Experiments in Food Science Series. Chicago, IL, USA.



# LÍPIDOS

## Práctica No. 6

### Propiedades Cualitativas De Lípidos De Importancia En La Industria Alimentaria<sup>6</sup>

**Duración:** 2 Horas aproximadamente

#### OBJETIVO

Determinar cualitativamente las propiedades de solubilidad, identificación y formación de emulsiones características de los lípidos.

#### INTRODUCCIÓN

Los lípidos, son un grupo heterogéneo de compuestos, de naturaleza antipática, es decir que contienen regiones hidrofóbicas y regiones hidrofílicas (figura 1). La mayor parte de los lípidos abundantes en la naturaleza (triacilglicérols), están formados por ácidos grasos de cadenas hidrocarbonadas pares, saturados o insaturados (en CIS, figura 2). Los lípidos llevan a cabo múltiples funciones en el organismo, como: almacenamiento de energía, de transporte, cumplir funciones hormonales, actuar como vitaminas, formar parte de las membranas celulares confiriéndoles la propiedad de permeabilidad selectiva, al permitir el paso o no de algunas sustancias y en determinada dirección, así como la conducción nerviosa y el transporte activo como la bomba de  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ .

#### Parte 1. Coloración de lípidos

#### FUNDAMENTO

El colorante sudan III es soluble en aceite. Se encuentra en colores amarillo, naranja, rojo, azul y verde, y se encuentran en forma líquida y en polvo. Su aplicación es en la coloración de productos lípidicos

#### MATERIAL Y EQUIPO

- 1 agitador
- 1 Baño maría
- 1 mechero
- 1 probeta de 50 mL
- 1 rejilla
- 1 tripié
- 2 gteros
- 2 tubos de ensayo con volumen para 20 mL
- 4 vasos transparentes de plástico del número 2 o bien 4 vasos de precipitados de 40 mL
- 5 g de mantequilla

---

<sup>6</sup> Manual de prácticas de Bioquímica de los Alimentos. Valdéz G., Y.



- 5 mL de aderezo (mayonesa, mil islas, o cualquier aderezo de color claro o aceitoso)\*
- 5 mL de helado de crema o paleta de leche de vainilla, nuez o nata\*
- 20 mL de aceite comestible
- 1 gotero con tinta roja
- 50 mL de colorante Sudán III

\*NOTA: La muestra que se elija debe contener crema, grasa vegetal o animal y que sea de color blanco, amarillo o beige o transparente.

## **METODOLOGÍA**

1. Colocar en dos tubos de ensayo 10 mL de aceite en cada uno.
2. Añadir a uno de 4 a 5 gotas de colorante Sudan III y al otro agregar de 4 a 5 gotas de tinta roja.
3. Agitar ambos tubos y dejar reposar 1 minuto.
4. Anotar las observaciones.
5. Tomar de 3 a 5 g de cada una de las muestras por duplicado y colocarlas en los vasos del No. 2, si las muestras son mantequilla o helado dejar que se ablanden a temperatura ambiente para que sea más fácil trabajar con ellas.
6. Separar las muestras en dos grupos. Al primero agregar de 4 a 5 gotas de colorante Sudan III y al segundo agregar de 4 a 5 gotas de tinta roja y agitar o mezclar con un agitador de vidrio.

## **Parte 2. Solubilidad de las grasas**

### **FUNDAMENTO**

Los lípidos son insolubles en agua, cuando se agitan fuertemente en ella se dividen en pequeñísimas gotas formando una emulsión de aspecto lechoso y una vez en reposos se reagrupan nuevamente, por el contrario las grasas son solubles en disolvente orgánicos como el éter, cloroformo, benceno, entre otros.

### **MATERIAL Y EQUIPO**

- 1 gradilla
- 2 tubos de ensayo con capacidad para 10 mL
- 2 a 3 mL de aceite comestible
- 2 a 3 mL de agua corriente
- 30 mL de éter, benceno o cloroformo

### **METODOLOGÍA**

1. Tomar dos tubos de ensayo y agregar a uno de ellos 2 a 3 mL de agua y al otro de 2 a 3 mL de éter, benceno o cloroformo.
2. Añadir a cada tubo 1 mL de aceite y agitar fuertemente.
3. Observar la formación de gotitas o micelas y dejar en reposos dos minutos.
4. Anotar las observaciones y explicar lo que sucedió en cada caso.



## **Parte 3. Preparación de emulsiones**

### **FUNDAMENTO**

Una emulsión es una dispersión de una fase líquida en forma de gotas diminutas (0,1 - 10 $\mu$ m) en una fase continua. Las características reológicas de una emulsión dependen especialmente de la fase dispersa (estructura química del material dispersado, fracción de volumen, viscosidad de la fase dispersa, tamaño y distribución de tamaño de las gotas). Las emulsiones pueden ser de tipo O/W (aceite/agua) o bien W/O (agua / aceite).

### **MATERIAL Y EQUIPO**

- 1 L de aceite comestible de maíz
- 1 pimienta negra
- 10 g de almidón
- 100 g de azúcar
- 110 mL de aceite de cártamo
- 110 mL de aceite de girasol
- 110 mL de aceite de oliva
- 110 mL de aceite de soya
- 40 g de sal
- 50 g de mostaza comercial
- 500 g de huevo entero
- 500 mL de vinagre blanco
- 1 agitador manual
- 1 cuchara sopera
- 1 espátula de hule
- 1 licuadora con vaso para puré
- 1 recipiente para batir
- 5 vasos con tapa de 250 mL

NOTA: Se recomienda dividir al grupo en cuatro para que cada equipo realice cuatro de las 16 formulaciones.



## Preparación de la fórmula básica

MÉTODO	PROCEDIMIENTO
<b>1 (Con licuadora)</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mantener los ingredientes a temperatura ambiente, mezclar el azúcar, la sal y la mostaza en un vaso de precipitado.</li><li>2. Agregar la yema, el vinagre y mezclar vigorosamente.</li><li>3. Agregar el aceite mezclando perfectamente.</li><li>4. Agregar la mezcla al vaso de licuadora y batir durante 5 a minutos a velocidad media.</li></ol>
<b>2 (Manual)</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Mantener los ingredientes a temperatura ambiente, mezclar el azúcar, la sal y la mostaza en un tazón.</li><li>2. Agregar la yema, y la mitad del vinagre y mezclar vigorosamente.</li><li>3. Agregar primero dos cucharadas de aceite mezclando constantemente, agregar otras dos poco a poco.</li><li>4. Agregar el vinagre restante y mezclar.</li><li>5. Agregar el aceite restante poco a poco sin dejar de batir.</li></ol>
<b>**Preparación del almidón</b>	Mezclar 10 g de almidón con 100 mL de agua. Calentar hasta que esté claro y agitar constantemente. Enfriar a temperatura ambiente pero sin dejar que se ponga firme. Preparar la fórmula básica de la mayonesa usando 20 g de esta mezcla y 8 g de yema en lugar de 16 g.

MÉTODO	FORMULACIÓN
<b>Formulación básica con especias</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>4 g de azúcar</li><li>2 g de sal</li><li>3 g de mostaza</li><li>16 g de yemas</li><li>15 mL de vinagre</li><li>110 mL de aceite</li><li>1 pimienta</li></ul>
<b>Variando el tipo de aceite</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Fórmula básica + aceite de cártamo</li><li>2. Fórmula básica + aceite de soya</li><li>3. Fórmula básica + aceite de oliva</li><li>4. Fórmula básica + aceite de girasol</li></ol>
<b>Variando el agente emulsificante</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Fórmula básica usando dos veces la cantidad de yema</li><li>2. Fórmula básica usando la mitad de la yema</li><li>3. Fórmula básica usando 16 g de huevo entero</li><li>4. Fórmula básica usando una mezcla de almidón**</li></ol>
<b>Variando la cantidad de vinagre</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Fórmula básica adicionando 8 mL de vinagre</li><li>2. Fórmula básica adicionando 25 mL de vinagre</li><li>3. Fórmula básica adicionando 30 mL de vinagre</li><li>4. Fórmula básica adicionando 35 mL de vinagre</li></ol>



Al final los cuatro equipos intercambiarán sus muestras para evaluarlas de la siguiente forma:

Calificar para cada muestra los siguientes atributos: consistencia, color y sabor. (Esta información servirá para saber el efecto en la variación de los ingredientes de la formación de emulsión.

MÉTODO O FORMULACIÓN: _____			
	Consistencia	Color	Sabor
Muy aceptable	( )	( )	( )
Aceptable	( )	( )	( )
Regular	( )	( )	( )
Inaceptable	( )	( )	( )
Observaciones: _____			
_____			

### **CUESTIONARIO**

1. En qué aspectos sensoriales de la emulsión resultante influye y la variación de los siguientes ingredientes:
2. ¿Qué es una emulsión?
3. ¿Cuáles o cuántos tipos de emulsiones existen? Y en ¿qué consiste cada una?
4. Dar tres ejemplos de alimentos que sean emulsiones en la industria alimentaria.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Badui, S. 1982. Química de los alimentos. Alambra Mexicana.
2. Cheftel, J. C. y Cheftel, H. 1988. Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. Vol. I. Acribia.
3. Forrest, J. y Alcile E. 1979. Fundamentos de Ciencia de la Carne. Acribia.



## **Bibliografía General**

- Amichael E. (1990). Biochemistry of Foods. 2° Edition,. Academic Press.
- Astiasarán, I. (1999). Alimentos: Composición y Propiedades. Mc-Graw Hill Interamericana. España.
- Badui, S. (1999). Química de los Alimentos. Pearson Educación. México.
- Belitz, G. (1992). Química de los Alimentos. Edit Acribia. España.
- Charley, H. (2004). Tecnología de Alimentos: Procesos Químicos y físicos en la preparación de alimentos. Limusa. México.
- Fennema. (2000). Principios de la Ciencia de los Alimentos. Editorial Acribia. España.
- Fox y Cameron. (2000). Ciencia de los alimentos, nutrición y salud. Limusa. México.
- Mathewson, Paul. (1998). Enzymes. Eagan Press. USA.
- Wong. D.W. (1989). Química de los alimentos Mecanismos y teoría. Editorial Acribia. España.