

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
INGENIERIA EN ALIMENTOS
MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

INFORME FINAL



**Determinación del nivel de degradación de la vitamina “A” del
azúcar blanco comercializado en Cuyotenango, Suchitepéquez,
bajo diferentes tiempos y
temperaturas de almacenamiento.**

Por:

Romilio Bladimiro Vallejo Alvarado

Carné: 200340921

Mazatenango, Noviembre del 2012
**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUR OCCIDENTE**

Autoridades

Dr. Carlos Estuardo Gálvez Barrios	Rector
Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo	Secretario

Miembros del Consejo Directivo del CUNSUROC

Lic. José Alberto Chuga Escobar	Presidente
---------------------------------	------------

Representantes Docentes

M.Sc. Alba Ruth Maldonado de León	Secretaria
Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril	Vocal

Representante Graduado del CUNSUROC

Licda. Mildred Griselda Hidalgo Mazariegos	Vocal
--	-------

Representantes Estudiantiles

Br. Cristian Ernesto Castillo Sandoval	Vocal
P.E.M. Carlos Enrique Jalel de los Santos	Vocal

AUTORIDADES DE COORDINACIÓN ACADEMICA

Coordinador Académico

M.Sc. Luis Gregorio San Juan Estrada

Coordinador Carrera de Administración de Empresas

M.Sc. Rafael Armando Fonseca Ralda

Coordinador Carrera de Trabajo Social

Dr. Obdulio Pappa Santos

Coordinador de las carreras de Pedagogía y Administración Educativa

M.Sc. Nery Edgar Saquimux Canastuj

Coordinadora Carrera Ingeniería en Alimentos

M.Sc. Gladys Floriselda Calderón Castilla

Coordinador Carrera de Agronomía Tropical

M.Sc. Martin Salvador Sánchez Cruz

Coordinador Carrera del Área Social Humanista

Lic. José Felipe Martínez Domínguez

Encargado Carrera de Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y Notario

Lic. Eduardo Arturo Escobar Rubio

Coordinador Carrera Gestión Ambiental Local

M.Sc. Celso González Morales

Encargado Carrera Técnico Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la Comunicación.

Licda. Paola Marisol Rabanales

Encargado Carreras de Pedagogía plan sábado

Lic. Napoleón Everardo Villatoro Ochoa

DEDICATORIA

A Dios:

Ser supremo que me guía, me brinda la sabiduría necesaria y me ha colmado de bendiciones para ver finalizado este proyecto.

A mis padres:

Miguel Ángel Vallejo Figueroa, Lisbeth Ileana Alvarado Paz de Vallejo, quienes han dedicado su vida, a hacer feliz cada segundo la mía.

Con amor y gratitud, que mi triunfo sea una pequeña recompensa por sus esfuerzos, sacrificios y apoyo incondicional.

A mi esposa:

María José Benavente López, que este éxito sea el reconocimiento a sus múltiples muestras de amor, comprensión e incondicional apoyo para el logro de nuestros sueños.

A mi hija:

Ana Paula, mi mayor impulso y fuente de inspiración. Mi orgullo y razón de ser, porque ha sido la mayor bendición y demostración de amor que Dios pudo traer a mi vida. Que la obtención de este triunfo signifique un escalón a superar en su vida.

A mis hermanos:

Belinda Veraliz, por su apoyo incondicional y soñar junto a mí que esto podía ser posible. Mi agradecimiento eterno.

Marlon Emilio (QEPD), lamento no contar con su presencia pero me place saber que disfruta de la paz del señor; seguro estoy que estará gozando de esta alegría que embarga mi vida.

A mis sobrinos:

Pilar, Cesar, Miguel, Lisbeth y Emilia. He tenido la dicha de verlos crecer y me enorgullece participarles de este triunfo familiar. Que el presente éxito se convierta en la meta a superar para la vida profesional de cada uno de ellos.

AGRADECIMIENTOS

A:

Universidad de San Carlos de Guatemala

Casa de estudios que permitió formarme académicamente.

Centro Universitario de Suroccidente

Extensión universitaria donde me desarrollé en mi época de estudiante y logre convertirme en profesional.

Personal Docente de la carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente.

Mi agradecimiento por los conocimientos adquiridos.

Personal Administrativo y Directivo del Centro Universitario del Suroccidente

Por la colaboración brindada para el desarrollo y culminación de esta investigación.

Dr. Sammy Ramírez e Ing. Luis Eduardo Tay

Por la inducción recibida, pero el agradecimiento obedece a la amistad brindada durante el desarrollo de la investigación.

Dr. Marco Antonio del Cid Flores, Licda. Gladys Calderón, Ing. Ángel Solórzano.

Profesionales que practicaron la evaluación de tesis. Agradecimiento sincero por la asesoría recibida, el tiempo de atención prestado a esta investigación y su incondicional colaboración.

Sr. Juan Carlos Calel

Colaborador y asesor técnico para realizar la presente investigación.

Índice

	Página
1. Resumen	1
2. Introducción	2
3. Planteamiento del problema	4
4. Justificación	6
5. Marco teórico	8
5.1. Generalidades	8
5.1.1. Azúcar	8
5.1.2. Sacarosa	9
5.1.3. Tipos de azúcar	10
5.1.4. Vitaminas	11
5.1.5. Fortificación de alimentos	21
5.1.6. Criterios para la fortificación	22
5.1.7. Fortificación del azúcar	28
5.2. Actividad Acuosa	34
5.3 Humedad relativa	34
5.4 Pardeamiento u oscurecimiento no enzimático.....	35
5.5 Convección.....	36
5.6 Hornos de Convección.....	37
5.7 Espectrofotometría.....	38
5.1.1. Espectrofotómetro	38
5.8. Pruebas estadísticas	40
5.8.1 Análisis de varianza	40
5.8.2 Prueba de Fischer	40
5.8.3 Prueba de Tuckey	41
6. Objetivos	43
7. Hipótesis	44
8. Metodología	45
9. Resultados y discusión de resultados	49
10. Conclusiones	60

11.Recomendaciones	61
12.Bibliografía	62
13.Anexos	64
14.Apéndices	74
15.Glosario	78

Índice de gráficas

Gráfica No. 1. Comportamiento general de las muestras a distintas temperaturas

Gráfica No. 2. Comportamiento de la muestras a temperatura ambiente

Gráfica No. 3. Comportamiento de la muestras a temperatura de 18° C

Gráfica No. 4. Comportamiento de la muestras a temperatura de 23° C

Gráfica No. 5. Comportamiento de la muestras a temperatura de 28° C

Gráfica No. 6. Comportamiento de la muestras a temperatura de 33° C

Gráfica No. 7. Comportamiento de la muestras a temperatura de 38° C

Índice de cuadros

Cuadro No. 1. Algunos alimentos utilizados como vehículos en programas de fortificación

Cuadro No. 2 Composición de la premezcla

Cuadro No.3 Fórmulas de análisis de varianza

1. Resumen

El presente trabajo trata acerca de la determinación del nivel de degradación de Vitamina "A" en azúcar blanco almacenado a temperaturas controladas, para ello se establecieron los tratamientos de acuerdo a los registros de temperaturas según el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología -INSIVUMEH- en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez, lugar donde se realizó la investigación, considerando las características termolábiles del azúcar que son afectados por la temperatura.

Se realizaron mediciones de contenido de vitamina "A" en las muestras a distintos tratamientos de temperatura, en una empacadora comercializadora del suroccidente, durante el segundo semestre del año 2011. En la evaluación del contenido de vitamina "A" en el azúcar blanco, se estableció que temperaturas inferiores a 23° C son favorables para un almacenamiento en bodega durante sesenta y tres días como máximo, y la de 38° C un tiempo máximo de almacenaje de treinta días, porque alcanzó valores mayores de cinco ppm de vitamina "A", siendo este el valor mínimo determinado por la legislación guatemalteca en el azúcar fortificado para comercializar en el mercado nacional.

La duración de la investigación estuvo determinada por el tiempo de vida de la pre mezcla (60 días), sabiendo que ésta constituye la unidad concentrada de vitamina "A" para diluir en el proceso de fortificación de azúcar con vitamina "A", que se dosifica en un flujo constante de azúcar para lograr una fortificación homogénea.

La muestra almacenada durante sesenta y tres días a una temperatura de 23° C mostró un deterioro total en el contenido de la vitamina "A" de 5.3 ppm, partiendo de 11.26 y finalizando en 5.94; y la muestra a 38° C un 14.9 ppm, ya que inicio con un valor de 15.96 y alcanzo 1.02 ppm, siendo notoria la incidencia de la temperatura en el tiempo de almacenamiento, estando de manifiesto la termolabilidad de la vitamina "A".

2. Introducción

La fortificación del azúcar representa una gran contribución para encontrar una solución permanente al problema de deficiencia de Vitamina “A”. La fortificación de alimentos es un tipo de seguro nutricional que protege a la población de cambios en la disponibilidad y consumo de nutrientes esenciales, a nivel mundial la deficiencia de vitamina “A” es uno de los problemas nutricionales más importantes por el impacto negativo en la salud pública en los países en vías de desarrollo. Debido a esto las empacadoras en Guatemala están obligadas a fortificar el azúcar con valores superiores a cinco partes por millón de Vitamina “A” para comercializar su producto.

La carencia de vitamina “A” es por lo general, el resultado de una deficiencia prolongada en la ingesta de vitamina que se agrava con frecuencia por las enfermedades infecciosas. Los alimentos básicos que se consumen en la dieta diaria de las poblaciones en riesgo son pobres en vitamina “A”. Los adultos deben consumir en promedio 700 mcg y los niños un promedio de 400 mcg al día de dicha vitamina, para satisfacer las necesidades nutricionales y metabólicas.

El medio seleccionado para la fortificación con vitamina “A” en Centro América es el azúcar. Para que los niños pobres dispongan de un micronutriente como la vitamina “A”, es necesario que se escoja un producto alimenticio que se compre en el mercado local, que sea fabricado por relativamente pocos productores, de bajo costo, de alto consumo, y por supuesto, factible para una tecnología de fortificación.

El presente estudio se realizó durante el segundo semestre del año 2011, en las instalaciones de una Comercializadora del Sur Occidente de Guatemala, evaluando el deterioro de la vitamina “A” en un rango de temperaturas, teniendo como base la información meteorológica que publican en el portal de internet del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología –INSIVUMEH- donde se aprecia que Cuyotenango presenta temperaturas desde 17.8 a 31.8 °C, y absolutas hasta 37.5°C. Por lo anterior, a nivel de laboratorio se expusieron muestras a 18 °C, 23 °C, 28 °C, 33 °C y 38 °C con climatizador artificial.

Las mediciones en las muestras tienen el respaldo del laboratorio certificado, con el uso del método Espectrofotométrico establecido por la Asociación de Azucareros de Guatemala -ASAZGUA- a 0, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 y 63 días, dando como resultado una tendencia favorable a la conservación de la vitamina "A" a temperaturas entre 18 y 23°C.

3. Planteamiento del problema

El azúcar es una fuente importante de energía para muchas personas en todo el mundo, es producida en más de 100 países y su producción está en ascenso, debido al alza del precio y demanda de dicho producto. Guatemala cuenta con varios Ingenios Azucareros destinados a la producción de Azúcar Crudo y Blanco Sulfitado, aunque en la actualidad éstos no realizan la operación de fortificación.

La necesidad de fortificar el azúcar obligó al Gobierno de Guatemala a implementar un Acuerdo legislativo para dicha actividad, por lo que en la década de los noventas y con mayor auge en el Gobierno del año 1996-2000 se decretó la fortificación del azúcar con vitamina "A" mediante el Acuerdo Gubernativo No. 021-200 (Ver Anexo 13.6), por tal razón los Ingenios Azucareros implementaron esta operación en la línea de producción.

Con el paso del tiempo y según algunas investigaciones, se determinó que en la línea de producción de los ingenios azucareros, no era conveniente fortificar ya que la adición de la premezcla la hacían previo a la etapa de secado, lo que generaba una pérdida considerable de la vitamina "A" y un incremento del 2-5% en costo de producción, por características termolábiles propias de la vitamina "A".

En la actualidad la etapa de fortificación la realizan las Comercializadoras/Empacadoras previo a la distribución al consumidor final. Aunque la carencia de Vitamina "A" ha sido un problema tratado por años, en la última década es cuando se ha enfatizado, pues se han visto problemas de desnutrición en la zona norte de Guatemala, lo que ha alertado a organizaciones internacionales como la Organización Panamericana de la Salud, a colaborar con el gobierno de turno para tratar estas deficiencias en los pueblos vulnerables.

El azúcar es un producto de consumo masivo y un vehículo adecuado para hacer llegar la vitamina "A" a sectores con carencias de micronutrientes esenciales. Por lo que es importante determinar las condiciones de anaquel que interfieren en la disponibilidad de la vitamina "A".

Al mismo tiempo evaluar el deterioro de la vitamina "A" del azúcar en anaquel frente a diversas temperaturas (que oscilan desde 18 a 38 °C) y el tiempo que tarda en degradarse estimando que el municipio de Cuyotenango pertenece a una zona cálida y húmeda donde se alcanzan esos niveles de temperatura.

En base a lo anterior, se presenta la siguiente interrogante: ¿Será que el tiempo y temperatura de exposición del azúcar blanco comercializado afecta la concentración de vitamina "A" en este producto?

4. Justificación

La deficiencia de vitamina “A” es un problema de salud pública de largo alcance en países en desarrollo que afecta a grandes sectores de la población y tiene serias consecuencias para la salud y sobrevivencia infantil. Varios países ya han desarrollado o están en proceso de desarrollar políticas, estrategias de intervención y programas diseñados para incrementar el consumo de vitamina “A” para reducir la deficiencia de dicha vitamina.

La fortificación de los alimentos básicos ha probado ser una estrategia efectiva para controlar la deficiencia de vitamina “A”. Guatemala no se ha quedado al margen de importante iniciativa e incursionó en el año 1975 en la fortificación de alimentos, por lo que se han involucrado instituciones como el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP- y la Organización Panamericana de la Salud -OPS-

El aporte de las mencionadas instituciones se vio reflejado en las comunidades afectadas, ya que la absorción de vitamina “A” por parte de la población se triplicó como resultado del programa de Fortificación de Vitamina “A” desarrollado en el país, la deficiencia de Vitamina “A” disminuyó del 22 al 5% en el transcurso de un año y los niveles de retinol en la leche materna y en las reservas hepáticas incrementaron significativamente. Sin embargo, los productores de azúcar no fueron incluidos en el desarrollo y promoción del programa, y esto condujo posteriormente a la interrupción por los productores en la zafra de 1977–78.

Las consecuencias se observaron diez años más tarde, cuando se encontró que prevalecía la deficiencia de la vitamina “A” y había regresado a los niveles que existía en los años 60. El tema de la fortificación fue restablecido en 1988.

Debido a la importancia del tema, el sector azucarero implementó en la línea de producción la fortificación con la vitamina “A”. Poco después bajo monitoreo de entes reguladores del país se detectó que la disponibilidad de vitamina “A” en el azúcar no era la adecuada y se concluyó que no era factible la adición por aspectos técnicos.

Por lo que, en la actualidad los Ingenios Azucareros de Guatemala no fortifican. Dicha actividad es realizada por Empacadoras privadas y Marcas que se dedican a la comercialización de dicho producto, las cuales mantienen una pronta rotación del producto, ignorando el tiempo y temperatura adecuada a considerar en las bodegas de almacenamiento.

A partir de los antecedentes descritos en esta investigación, se estableció el nivel de degradación de la Vitamina "A" en azúcar blanca que se comercializa en el municipio de Cuyotenango, Suchitepéquez, utilizando el factor de temperatura a distintas magnitudes para evaluar su estabilidad y estimar el tiempo de rotación.

5. Marco teórico

5.1. Generalidades

5.1.1. Azúcar

“Se denomina azúcar a la sacarosa, cuya fórmula química es $C_{12}H_{22}O_{11}$, también llamado azúcar común o azúcar de mesa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. En ámbitos industriales se usa la palabra azúcar o azúcares para designar los diferentes monosacáridos y disacáridos, que generalmente tienen sabor dulce, aunque por extensión se refiere a todos los hidratos de carbono”. Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Az%C3%BAcar>.

En Guatemala, todos los ingenios azucareros se dedican a extraer azúcar de la caña de azúcar. Dicho cultivo, es la mayor fuente de extracción y producción de azúcar. La sacarosa extraída de la caña de azúcar representa el 70% de la producción mundial. Se reconoce que los países más importantes en esta operación son Brasil, Venezuela, Colombia, Guatemala, Cuba, México, Perú, Rusia, entre otros.

La tecnología y la investigación realizada por años han llevado a encontrar alternativas de extracción de sacarosa y han visto en la Remolacha un gran potencial de extracción. El otro 30% de producción mundial es proveniente de dicha planta. La remolacha azucarera es una planta factible de cultivar en distintos tipos de clima. En su composición estructural, se puede mencionar que contiene raíz muy grande con alto porcentaje de azúcar, presentando valores entre 10 y 13%. Por lo que la conversión de cultivo a azúcar cristalizada es considerable.

A nivel de reacciones químicas el azúcar puede formar caramelo al calentarse por encima del punto de descomposición (reacción de caramelización). Si se calienta por encima de 145 °C en presencia de compuestos amino, derivados por ejemplo de proteínas, tiene lugar el complejo sistema de reacciones de Maillard, que genera colores, olores y sabores generalmente apetecibles, y también pequeñas cantidades de compuestos indeseables.

“El azúcar es una importante fuente de calorías en la dieta alimenticia moderna, pero es frecuentemente asociado a calorías vacías, debido a la completa ausencia de vitaminas y minerales.”

Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Az%C3%BAcar>. **Azúcar**

5.1.2. Sacarosa

“La sacarosa o azúcar común es un disacárido formado por alfa-glucopiranososa y beta-fructofuranosa. Nombre químico: beta-D-fructofuranosil-(2->1)-alfa-D-glucopiranosido. Formula química:(C₁₂H₂₂O₁₁)

Es un disacárido que no tiene poder reductor sobre el reactivo de Fehling y el reactivo de Tollens. El azúcar de mesa es el edulcorante más utilizado para endulzar los alimentos y suele ser sacarosa. En la naturaleza se encuentra en un 20% del peso en la caña de azúcar y en un 15% del peso de la remolacha azucarera, de la que se obtiene el azúcar de mesa. La miel también es un fluido que contiene gran cantidad de sacarosa parcialmente hidrolizada¹.” Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Sacarosa>.

El dato anterior fundamenta el alto porcentaje de extracción de sacarosa a partir de caña de azúcar. Guatemala cuenta con trece ingenios azucareros activos que procesan su propia caña de azúcar o compran a fincas particulares el cultivo para su extracción y proceso ya que en los últimos años se ha convertido en un negocio rentable por aspectos de precio y optimización del proceso debido al avance tecnológico que hace cada día mas eficiente las plantas extractoras.

“La sacarosa comercial, extraída de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera, es el principal azúcar de la industria alimenticia. El cultivo de la caña y la exportación de azúcar constituyen factores de gran importancia en la economía de muchos países. Los azúcares se emplean en los alimentos principalmente como edulcorantes.

¹ **Parcialmente Hidrolizada:** Aunque la miel se componga de diversos glúcidos, tendrá porciones químicamente de Sacarosa.

En los países desarrollados el consumo de azúcar de mesa (sacarosa) supera los cuarenta kilos por persona por año. Existen motivos por los cuales el uso debe ser limitado y/o eliminado de la dieta de muchas personas (caries dentales, alimentos de bajo contenido calórico, para diabéticos o por motivos de economía). Esto ha provocado una gigantesca expansión del mercado de edulcorantes naturales o artificiales sin valor nutritivo, a tal punto que, en los Estados Unidos su consumo ya sobrepasa el azúcar de mesa.” Tomado de:
<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEIFukEIIhVYLbrsd.php>.

Por lo general, el sabor dulce de un edulcorante viene acompañado de sabores secundarios, no deseados, el caso más común es el amargo y/o metálico. Existen, condiciones para suprimir o disminuir estos sabores indeseables en la formulación de los alimentos, ejemplo: la mezcla ciclamato-sacarina en la relación 10:1.” Tomado de:
<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEIFukEIIhVYLbrsd.php>.

“Los edulcorantes no calóricos se utilizan especialmente en la producción de bebidas no alcohólicas, la sustitución del azúcar está determinada por razones de beneficios técnicos y económicos. La posibilidad de sustitución del azúcar en alimentos es:

- 100% para bebidas no alcohólicas, helados, yogur, dulces congelados, postres de gelatina, conservas de frutas, encurtidos, etc.
- 50% para productos enlatados
- 10% para confitería con azúcar.
- 5% para galletas, chocolates, rellenos de tartas, mermeladas.”

Tomado de:

<http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEIFukEIIhVYLbrsd.php>.

5.1.3. Tipos de Azúcar

“El azúcar se puede clasificar por su origen (de caña de azúcar o remolacha), pero también por su grado de refinación. Normalmente, la refinación se expresa

visualmente a través del color (azúcar moreno, azúcar rubio, blanco), que está dado principalmente por el porcentaje de sacarosa que contienen los cristales.

- 5.1.3.1.** Azúcar Morena: El auténtico azúcar moreno (también llamado “negro” o “crudo”) se obtiene del jugo de caña de azúcar y no se somete a refinación, sólo cristalizado y centrifugado. Este producto integral, debe su color a una película de melaza que envuelve cada cristal. Normalmente tiene entre 96 y 98 grados de sacarosa. Su contenido de mineral es ligeramente superior al azúcar blanco, pero muy inferior al de la melaza.
- 5.1.3.2.** Azúcar Rubia: es menos oscuro que el azúcar moreno o crudo y con un mayor porcentaje de sacarosa.
- 5.1.3.3.** Azúcar blanca: con 99,5% de sacarosa. También denominado azúcar Sulfitado
- 5.1.3.4.** Azúcar refinado o extrablanco: es altamente puro, es decir, entre 99,8 y 99,9 % de sacarosa.

El azúcar rubio se disuelve, se le aplican reactivos como fosfatos, carbonatos, cal para extraer la mayor cantidad de impurezas, hasta lograr su máxima pureza. En el proceso de refinamiento se desechan algunos de sus nutrientes complementarios, como minerales y vitaminas.” Tomado de: <http://es.wikipedia.org/wiki/Az%C3%BAcar>. **Azúcar.**

La categorización del azúcar está determinada por el proceso de producción, incluyéndose aquí, la sulfitación, como operación indispensable para la mejora del color, extrayendo del jugo colores (taninos) indeseables que inciden de manera directa al color del azúcar. Cabe destacar en este punto, que en Guatemala se denomina azúcar Blanco al tipo de azúcar que se cataloga en el rango de 180-300 unidades ICUMSA de color, y se denomina Crudo, o Moreno al tipo de azúcar que posea 400 en adelante unidades de color ICUMSA.

5.1.4. Vitaminas

“Las vitaminas son compuestos sin valor energético, son componentes que el organismo necesita para funcionar correctamente, tener una buena salud física y

mental, y conseguir un crecimiento adecuado. Son compuestos orgánicos distintos de las proteínas, grasas e hidratos de carbono. Se los considera nutrientes esenciales para la vida.

Son sustancias orgánicas que el cuerpo necesita en cantidades muy pequeñas, pero que no puede producir por sí mismo. Por lo tanto, le han de ser suministradas con la alimentación. El conocimiento de las vitaminas es relativamente reciente. En realidad, todas ellas han sido descubiertas en el siglo XX.” Tomado de: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/vitaminas.htm>.

Las vitaminas son compuestos químicos esenciales para que diversas funciones metabólicas y procesos de absorción se lleven a cabo en el organismo. No proporcionan ningún valor energético, solo son coadyuvantes de procesos como nutrición, respiración, circulación, regeneración celular, anabolismo, catabolismo, entre otras.

“Sin embargo, anteriormente ya se conocía el hecho de que, cuando se alimentaba a animales de experimentación con una dieta que contiene hidratos de carbono, grasas y proteínas en estado puro, los animales dejaban de crecer, enfermaban y acababan por morir. El sueño de algunos científicos, de poder alimentarse con una dieta químicamente pura, creando alimentos sintéticos, se desvanecía. Los animales y el hombre, necesitan algo más que hidratos de carbono, grasas y proteínas, por muy abundantes que estas sean.

Debían de haber pues, algunas sustancias en los alimentos en el estado natural, que resultaban imprescindible para la vida. En 1912, el bioquímico polaco Casimir Funk llamó a esas sustancias las ‘aminas de la vida, o vitaminas.”

Tomado de:

<http://www.portalplanetasedna.com.ar/vitaminas.htm>. **Vitaminas.**

Una característica común a todas las vitaminas es que son necesarias, en cantidad reducida, para el correcto funcionamiento del metabolismo. Por otro lado, no todos los animales presentan los mismos requerimientos vitamínicos. Las aves y las ratas sintetizan la vitamina C, mientras que el ser humano y los

simios no presentan esta capacidad, de modo que deben tomarla a través de los alimentos.

“La necesidad de vitaminas varía según la especie, la edad del individuo, el nivel de crecimiento, la actividad diaria, la existencia de un estado de gestación, la situación de convalecencia de las enfermedades, etc. En casos de mayor desgaste metabólico, o bien cuando la dieta nos es variada y en ella se incluyen alimentos frescos, se pueden presentar estados carenciales.” Tomado de: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/vitaminas.htm>. **Vitaminas.**

Cuando esta falta de vitaminas es reducida, se habla de hipovitaminosis, una afección que provoca ciertas alteraciones; la carencia total de vitaminas se denomina avitaminosis y puede acarrear enfermedades muy graves. Por otra parte, el exceso de vitaminas conduce a la hipervitaminosis, responsable igualmente de diferentes patologías y alteraciones metabólicas.

“Para designar a las vitaminas se pueden usar tres tipos de códigos: una letra mayúscula, un término relacionado con la enfermedad que se produce ante su ausencia o el nombre químico. La composición química de las vitaminas es muy variable; obstante, todas ellas son muy hábiles; es decir, muy sensibles al calor, al oxígeno, a cambios de pH y a la luz. Existen dos grandes grupos:

5.1.4.1. Vitaminas liposolubles: se caracterizan por no ser solubles en agua, pero sí los compuestos lipídicos. Son abundantes en alimentos con alto contenido lípidos, como el hígado de ciertos animales. Precisamente la estructura lipídica favorece su acumulación. A este grupo pertenecen las Vitaminas A, D, E y K.

5.1.4.2. Vitaminas hidrosolubles: se solubilizan muy bien en agua, por lo que su absorción a través de los riñones es muy eficaz. Por este mismo motivo no se acumulan como material de reserva. Corresponden las Vitaminas del Complejo B y la Vitamina C.

Tomado de: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/vitaminas.htm>. **Vitaminas.**

5.1.4.3. Procedencia de las vitaminas: Las vitaminas son producidas primeramente por los seres del reino vegetal, ya sean las plantas superiores, los hongos o las bacterias. En algunos casos, los animales pueden transformarlas y almacenarlas, como ocurre por ejemplo con las vitaminas A y D, que los vegetales producen como pro-vitaminas, y se almacenan en el hígado de los peces y mamíferos como vitaminas. Sin embargo, la fuente básica de vitaminas, son los alimentos vegetales. La carne, por ejemplo, es muy deficiente en vitamina C.

Tomado de: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/vitaminas.htm>. **Vitaminas.**

5.1.4.4. Vitamina “A”

“La vitamina A (Retinol) es un nutriente esencial para la salud humana, sobre todo para el funcionamiento normal del sistema visual, el crecimiento y el desarrollo, el mantenimiento de la integridad del epitelio celular, la función inmunológica y la reproducción.

En países en desarrollo, la deficiencia de vitamina A debilita el sistema inmunológico de una gran proporción de niños y niñas menores de 5 años, aumentando su vulnerabilidad a las enfermedades. Por ejemplo, el riesgo de morir por diarrea, sarampión y malaria se incrementa entre un 20 a 24% en casos de deficiencia de vitamina A.

Está presente como tal en los alimentos de origen animal, aunque en los vegetales se encuentra como provitamina A, en forma de carotenos. Los diferentes carotenos se transforman en vitamina A en el cuerpo humano. Es una sustancia antioxidante, ya que elimina radicales libres y protege al ADN de su acción mutágena, contribuyendo, por tanto, a frenar el envejecimiento celular. La función principal de la vitamina A es intervenir en la formación y mantenimiento de la piel, membranas mucosas, dientes y huesos. También participa en la elaboración de enzimas en el hígado y de hormonas sexuales y suprarrenales. Uno de los primeros síntomas de insuficiencia es la ceguera nocturna (dificultad para adaptarse a la oscuridad).

Otros síntomas son excesiva sequedad en la piel; falta de secreción de la membrana mucosa y sequedad en los ojos debido al mal funcionamiento del lagrimal. En cambio, el exceso de esta vitamina produce interferencia en el crecimiento, trastornos como alteraciones óseas, detenimiento de la menstruación y además, puede perjudicar los glóbulos rojos de la sangre.” Tomado de: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/vitaminas.htm>. **Vitaminas.**

“El consumo de alimentos ricos en vitamina A es recomendable en personas propensas a sufrir infecciones respiratorias (gripas, amigdalitis o inflamaciones), problemas oculares (fotofobia, sequedad o ceguera nocturna) o con la piel reseca y áspera (acné incluido).

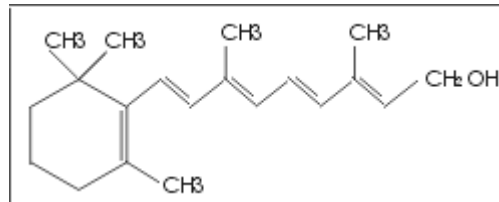
Al cocinar los alimentos poco tiempo se puede lograr un mejor aprovechamiento de las vitaminas que contienen, pero dejarlos por largo tiempo reduce las propiedades vitamínicas, por lo que es más conveniente consumir, en lo posible, los alimentos frescos.” Tomado de: <http://www.monografias.com/trabajos11/lasvitam/lasvitam.shtml>.

La Vitamina “A” es un micronutriente que se encuentre en el hígado debido a las características liposolubles. La importancia estriba en que ayuda a nivel de membranas para evitar infecciones y ataque de microorganismos que afecten la salud. También se le atribuye incidencia positiva en enfermedades de la vista ya que ayuda a mejorar la visión y prevenir enfermedades oculares. A nivel de piel, pelo y uñas contribuye a un mejor rejuvenecimiento, propiciando la generación de células nuevas y eliminando células muertas del organismo.

En la actualidad, han surgido estudios que revelan que al igual que la Vitamina C, la Vitamina “A” funciona como Antioxidante ya que previene la acción de los radicales libres al organismo. También es importante mencionar que la Vitamina “A” sirve de precursor en procesos metabólicos del organismo.

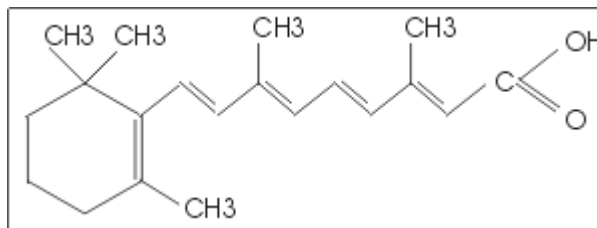
5.1.4.5. Estructura Molecular de la Vitamina "A"

La vitamina A, es un alcohol poliénico isoprenoide que se conoce también con otros nombres como retinol, axeroftol, biosterol, vitamina antixeroftálmica y vitamina antiinfecciosa.



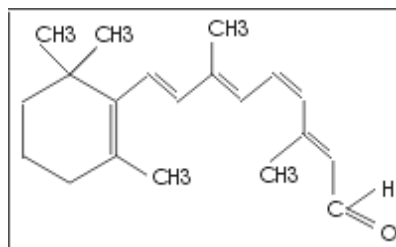
Retinol

Del retinol derivan los esteres de retinol (forma en la que se deposita) y, por oxidación el retinal y el ácido retinoico.



Acido Retinoico

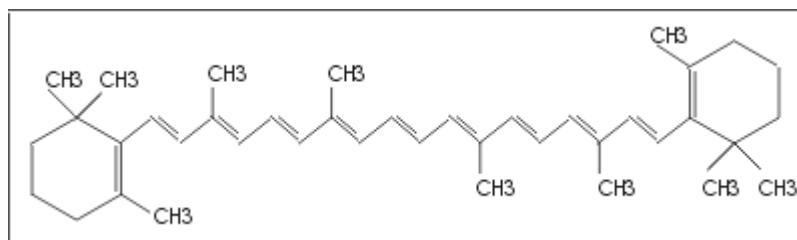
El 11-cis-retinal juega un papel decisivo en el proceso visual.



11-Cis-Retinal

En los alimentos de origen animal, la vitamina "A" se presenta, en su mayor proporción, en la parte lipídica como retinol esterificado con el ácido palmítico. En los vegetales y en algunos organismos marinos, encontramos los

carotenoides, como el β caroteno, pigmento amarillo constituido por dos moléculas de retinal unidas en el extremo aldehído de sus cadenas carbonadas.



β Caroteno

Debido a un metabolismo ineficiente, el β caroteno tiene sólo un sexto del potencial biológico comparado con el del retinol. El licopeno es también un carotenoide que se encuentra en el tomate y la fruta madura y no se convierte en vitamina “A” pero si tiene función antioxidante.

5.1.4.6. Funciones de la Vitamina “A”

“La vitamina “A” ayuda a la formación y al mantenimiento de dientes, tejidos blandos y óseos, membranas mucosas y piel sanos. Se conoce también como retinol, ya que produce los pigmentos en la retina del ojo.

Esta vitamina favorece la buena visión, especialmente ante la luz tenue, y también se puede requerir para la reproducción y la lactancia. El retinol es una forma activa de vitamina “A” y se encuentra en los hígados de animales, la leche entera y algunos alimentos fortificados.

Los carotenoides son tintes (pigmentos) de color oscuro que se encuentran en alimentos de origen vegetal y que pueden transformarse en una forma de vitamina “A”. Hay más de 500 carotenoides conocidos y uno de ellos es el betacaroteno.

El betacaroteno es un antioxidante. Los antioxidantes protegen las células del daño causado por sustancias llamadas radicales libres, los cuales se cree contribuyen al desarrollo de ciertas enfermedades crónicas y juegan un papel

en los procesos del envejecimiento. Las fuentes alimentarias de carotenoides, como el betacaroteno, pueden reducir el riesgo de cáncer. Los suplementos de betacaroteno no parecen reducir el riesgo de cáncer.” Tomado de: <http://nutrinet.org/vm-articulos/627-vitamina-a>.

5.1.4.7. Metabolismo de la Vitamina “A”

Una vez dentro de la célula intestinal, la mayor parte del retinol se esterifica con ácidos grasos saturados (especialmente ácido palmítico) y se incorpora a quilomicrones linfáticos, que entran al torrente sanguíneo. Al convertirse en quilomicrones remanentes, el hígado los capta para incorporar con ellos el retinol que poseen.

En el caso de que los tejidos necesiten del retinol, éste es transportado a través de la sangre unido a una proteína llamada APO-RBP (Retinol Binding Protein). Se origina así la holo-RBP que se procesa en el aparato de Golgi y se secreta al plasma. Los tejidos son capaces de captarla por medio de receptores de superficie. Una vez dentro de los tejidos, excepto el hepático, el retinol se une a la proteína fijadora de retinol o CRBP (Cellular Retinol Binding Protein). La RBP es una proteína sensible a la deficiencia de zinc y de proteínas; por lo que si el aporte de estos nutrientes es escaso, se podría presentar un cuadro de deficiencia de vitamina A aunque su aporte sea el adecuado.

Si no se presenta deficiencia, los ésteres de retinilo ingresan a las células estrelladas en los lipocitos para formar los principales depósitos del organismo.

5.1.4.8. Absorción

Al ser una vitamina liposoluble, su absorción esta íntimamente relacionada con el metabolismo de los lípidos. Los ésteres de retinol disueltos en la grasa dietaria, se dispersan en el intestino con la ayuda de las sales biliares (duodeno y yeyuno). Se forman entonces micelas (estructuras pequeñas), las que facilitan la digestión al aumentar la superficie de interfase agua-lípido. En una última etapa, se produce una hidrólisis enzimática en la que la principal

enzima es la lipasa pancreática, que actúa sobre las micelas. Esta enzima es la responsable de la absorción del 90% de las grasas de la dieta. La vitamina “A”, junto con los demás productos de la hidrólisis enzimática, ingresa al enterocito luego de atravesar la membrana celular.

5.1.4.9. Fuentes alimenticias

“La vitamina “A” proviene de fuentes animales como los huevos, la carne, la leche, el queso, la crema de leche, el hígado, el riñón y el aceite de hígado de bacalao y de hipogloso.

Sin embargo, todas estas fuentes, a excepción de la leche descremada fortificada con vitamina “A”, tienen un alto contenido de grasa saturada y colesterol.

Las fuentes de betacaroteno abarcan:

- Las frutas de color naranja y amarillo brillante como el melón cantalupo, la toronja y los albaricoques.
- Las hortalizas como las zanahorias, la calabaza, la batata o camote y el calabacín.
- Otras fuentes de betacaroteno abarcan: el brócoli, la espinaca y la mayoría de las hortalizas de hoja verde.
- Cuanto más intenso es el color de la fruta u hortaliza, mayor es el contenido de betacaroteno. Estas fuentes vegetales de betacaroteno no tienen grasa ni colesterol.” Tomado de: <http://nutrinet.org/vm-articulos/627-vitamina-a>. **Vitamina A.**

Los alimentos ricos en Vitamina “A” son el hígado, la espinaca, la zanahoria, los huevos, el brócoli, las coles, calabaza, entre otros. Dentro de los que se mencionan una ración de 100 gramos de Hígado proporciona 6.5 mg de Vitamina “A”, siendo esta un equivalente al 72% de la ingesta diaria recomendada. Esto indica que el hígado es una buena fuente de dicha vitamina. Los frutos de color amarillo y naranja son buena fuente de vitamina “A” por la presencia de Betacarotenos que proporcionan esa pigmentación a

los frutos y son precursores de la Vitamina “A”. Se encuentra el melón, la papaya, el mango, entre otros.

5.1.4.10. Recomendaciones

“La mejor manera de obtener los requerimientos diarios de vitaminas esenciales es consumir una variedad de frutas, verduras, productos lácteos fortificados, legumbres (frijoles secos), lentejas y granos integrales.

Ingestas de referencia dietarias del Comité de Nutrición y Alimentos del Instituto de Medicina (*Foodand Nutrition Board at the Institute of Medicine*).

Ingestas recomendadas de vitamina “A” para individuos:

Bebés (ingesta promedio):

- 0-6 meses: 400 microgramos por día (mcg/día)
- 7 -12 meses: 500 mcg/día

La Ración de Dieta Recomendada -RDR- para vitaminas corresponde a qué tanta cantidad de cada vitamina debe obtener la mayoría de las personas cada día. La RDR para las vitaminas se puede usar como meta para cada persona.

Niños -RDR-

- 1-3 años: 300 mcg/día
- 4- 8 años: 400 mcg/día
- 9-13 años: 600 mcg/día

Adolescentes y adultos -RDR-

- Hombres de 14 años en adelante: 900 mcg/día
- Mujeres de 14 años en adelante: 700 mcg/día” Tomado de:
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002400.htm>.

5.1.5. Fortificación de alimentos

La fortificación se sintetiza en la adición de un nutriente que se desea incorporar o se perdió durante el procesamiento. Por lo que es importante identificar el medio adecuado para llegar al grupo etario que necesita incluir en su dieta el micronutriente que les afecta por su carencia.

“La fortificación se ha definido como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de reducir o controlar una carencia”.

Para ser implementados los procesos de fortificación se debe tener una clara imagen sobre la situación local, sobre las carencias de nutrientes, hábitos alimentarios, prácticas de preparación de los alimentos, facilidades para el procesamiento de alimentos, prácticas de mercado.

En Guatemala se hace indispensable evaluar aspectos socioeconómicos y socioculturales para evaluar si la fortificación es viable, ya que uno de los pilares de la seguridad alimentaria es la costumbre, y esta no es más que la familiaridad que tiene un grupo de consumir cierto tipo de alimentos.

La fortificación es más fácil con un alimento, como la sal, y donde hay pocos fabricantes. En otras circunstancias, es posible la fortificación, la que puede funcionar y puede tener un buen papel en mejorar el estado nutricional y reducir el riesgo de deficiencias, aun a niveles locales. En el pasado, se procuró buscar un alimento ideal para fortificarlo con vitamina A o hierro. Ahora se recomienda que los países consideren fortificar varios alimentos a la vez.

Hay dos tipos de fortificación que han sido muy efectivos en muchos países y son: la adición de yodo a la sal (yodación) y la adición de flúor al agua (fluoración). En el último caso, el flúor se adiciona al agua de los acueductos municipales para suministrar niveles considerados óptimos (es decir, una parte por millón) a fin de reducir la incidencia de caries dental.

5.1.6. Criterios para la fortificación

Las siguientes son algunas de las condiciones, consideraciones y principios relevantes para los que planean fortificar uno o más alimentos a fin de mejorar el estado nutricional. Se aplican sobre todo a la fortificación como estrategia para enfrentar las carencias de micronutrientes.

5.1.6.1. Carencia comprobada de micronutrientes en la población

Los datos dietéticos, clínicos o bioquímicos deben mostrar que existe una carencia de un nutriente específico, en algún grado y en un número significativo de individuos en la población cuando consumen su dieta habitual, o que existe un riesgo de ello.

5.1.6.2. Amplio consumo del alimento por fortificar entre la población expuesta a riesgo

El alimento que se ha de fortificar debe ser consumido por un número significativo de la población que presenta la carencia del nutriente cuya fortificación se considera. Si la enfermedad por carencia ocurre tan sólo entre los muy pobres que rara vez compran el alimento fortificado, entonces esto producirá poco beneficio. Por lo tanto, y como ejemplo, fortificar con vitamina A un producto manufacturado más o menos costoso para el destete, podría no ayudar a los niños pobres que tiene la prevalencia más alta de xeroftalmía, si sus padres no pueden comprar ese alimento.

5.1.6.3. Conveniencia del alimento y el nutriente en conjunto

Al agregar el nutriente al alimento no se debe crear algún problema serio de tipo organoléptico. Los productos se deben mezclar bien y este proceso de mezcla no debe producir una reacción química no deseable, cualquier sabor desagradable o cambios en el color o el olor, o cualquier otro tipo de característica inaceptables.

5.1.6.4. Factibilidad técnica

Debe ser técnicamente factible adicionar el nutriente al alimento para llevar el nutriente de manera efectiva y cumplir con el objetivo de la fortificación.

5.1.6.5. Número limitado de fabricantes del alimento

Es muy útil en un programa de fortificación nacional, o inclusive local, que haya pocos fabricantes o procesadores del alimento considerado. Por ejemplo, si existen cientos de productores de sal, un programa de yodación enfrentaría graves problemas. Asimismo, si hay muchos molinos, la fortificación de cereales será muy difícil.

5.1.6.6. Sin aumento sustancial en el precio del alimento

Es importante considerar el impacto de la fortificación en el precio del alimento que se ha de fortificar.

Si al agregar el nutriente sube demasiado el precio del alimento, el consumo disminuirá sobre todo entre los pobres cuyas familias se encuentren en mayor riesgo de carencia. Si la fortificación aumenta el precio del alimento, entonces es posible que se considere subsidiar el costo.

5.1.6.7. Nivel de consumo del alimento

Se debe dar atención especial al nivel habitual de consumo del alimento considerado para la fortificación. Si existe un nivel muy amplio entre la cantidad máxima y mínima de consumo por parte de la población, quizás un 25 por ciento consume el mínimo y otro 25 por ciento el máximo, puede ser difícil decidir el nivel del nutriente para la fortificación. Si un número grande de la población a riesgo de la deficiencia del nutriente, consume muy poca cantidad del alimento, entonces puede que no se beneficie de la fortificación.

Si un número significativo de personas consume el alimento fortificado en gran cantidad, que puede llevar a ingerir cantidades tóxicas del nutriente, entonces el alimento puede no ser apto para este proceso. En general existe un nivel de consumo de sal y la media puede ser de 20 g diarios, pero en la práctica nadie consume 200 g de sal todos los días. Es importante evitar una situación en la que las personas reciban cantidades indeseables de los nutrientes agregados, sobre todo en el caso de vitaminas liposolubles o nutrientes que se sabe que son tóxicos en cantidades grandes.

5.1.6.8. Legislación

Cuando un gobierno está impulsando con seriedad el control de una carencia grave de micronutrientes mediante la fortificación, es necesario disponer de una legislación apropiada. Muchos países industrializados cuentan con legislación que garantizan los niveles mínimos requeridos de vitaminas B y algunas veces también de hierro, que deben estar presentes en la harina de trigo y en algunos otros productos de cereales. Muchos países en el Norte y en el Sur cuentan con legislación que exige que toda la sal comercial sea yodada, casi siempre a niveles específicos.

La fluorización de los suministros de agua en ciertos niveles ha sido establecido legalmente a veces por los municipios (como en los Estados Unidos) o a nivel nacional.

5.1.6.9. Seguimiento y control de la fortificación

El seguimiento para aportar datos sobre la fortificación de los alimentos es útil. Es particularmente importante donde la fortificación está legislada. En este caso, el incumplimiento de la fortificación correcta puede llevar a un sumario y a la sanción de los fabricantes de alimentos que no cumplan con las normas. El seguimiento por parte de los gobiernos depende de la disponibilidad de laboratorios y de personal entrenado.

Muchos países carecen de facilidades de laboratorio para controlar la yodación de la sal, y los comerciantes de sal generalmente saben que pueden vender sal que no ha sido yodada en absoluto o que no cumple con el nivel exigido por la ley. Un buen sistema de seguimiento debe incluir exámenes o pruebas, quizá en sitios centinela en todo el país. En el caso de la fluorización, las ciudades casi siempre vigilan el contenido de fluoruro del agua. Es útil que un laboratorio nacional también evalúe el nivel de flúor en el agua del acueducto municipal que sirve a los consumidores.

5.1.6.10. Métodos de fortificación y alimentos apropiados

La tecnología de la fortificación es un tema complejo que se trata en muchas publicaciones. En la actualidad hay muchas técnicas distintas en uso; la elección del método depende del nutriente y del alimento.

Por ejemplo en el arroz: se recubren los granos de arroz o se impregnan con los nutrientes que se van a emplear, en otro, se mezclan con el arroz granos artificiales fortificados con el nutriente deseado. Los granos artificiales tienen que estar muy bien hechos, de tal manera que tengan una apariencia semejante a los granos ordinarios de arroz.

En Filipinas, hace algunas décadas, se informó que antes de realizar el proceso de cocción, muchas amas de casa retiraban y botaban los granos artificiales de arroz fortificado, porque tenían un color amarillento debido a la adición de tiamina y riboflavina.

Algunos nutrientes como las vitaminas B, son más o menos fáciles de agregar (sin embargo la riboflavina tiene la desventaja de ser amarilla). Aunque la carencia de vitamina "A" es de gran importancia, la vitamina "A" se utiliza con menos facilidad que las vitaminas B en los programas de fortificación, en parte porque es liposoluble y no se disuelve en agua. Además, se oxida fácilmente. El medio más sencillo de adicionar vitamina A es agregarla a los aceites de cocina y a la margarina, pero la tecnología alimentaria ha superado las dificultades y muchos alimentos se han fortificado exitosamente con vitamina A, en países industrializados y en desarrollo.

Por diferentes motivos, la fortificación de los alimentos con hierro ha presentado serios desafíos. Se han usado muchas sales de hierro distintas. Por lo general, las que mejor utilizan los seres humanos, como el sulfato ferroso, ofrecen las mayores dificultades y serios problemas organolépticos, la sal sódica de hierro EDTA se recomienda cada vez más. El siguiente cuadro presenta algunos nutrientes que se han utilizado y los vehículos alimentarios para la fortificación.

Cuadro No. 1. Algunos alimentos utilizados como vehículos en programas de fortificación*

Nutriente	Tipo de alimento	Comentarios
Ácido ascórbico	Frutas y bebidas enlatadas, congeladas y secas, productos lácteos enlatados y secos, productos de cereales secos	El ácido ascórbico debe protegerse del aire cuando se encuentre en solución neutra.
Tiamina, Riboflavina y Niacina	Cereales secos, harina, pan, pasta, productos lácteos	Arroz y granos similares pueden ser impregnados o recubiertos con el nutriente. La riboflavina puede colorear el alimento. La nicotinamida se prefiere generalmente al ácido nicotínico
Vitamina A o beta caroteno	Productos de cereales secos, harina, pan, pasta, productos lácteos, margarinas, aceites vegetales, azúcar, té, chocolate, glutamato monosódico	<p>La vitamina A debe protegerse del aire y mezclarse en agua, a productos no grasosos.</p> <p>(Puede agregarse como perlas a base de gelatina, conjuntamente con un estabilizador como recubrimiento del producto alimentarlo o mezclada en un granulo simulado, como el arroz.)</p> <p>El caroteno puede colorear los productos. Las pérdidas</p>

		debidas al calor pueden ser significativas en los aceites de cocina.
Vitamina D	Productos lácteos, margarina, productos de cereales secos, aceites vegetales, bebidas de fruta	Múltiples fuentes de esta vitamina pueden ser indeseables, debido a sus características organolépticas (sabor, olor, color, textura) no cumplen con los requisitos de aceptabilidad de los consumidores pero su aporte nutricional es importante.
Calcio	Productos de cereales, pan	La cantidad que se debe agregar generalmente limita el rango de vehículos que pueden utilizarse.
Hierro	Productos de cereales, pan, leche en polvo enlatada	La disponibilidad varía con la forma en la que se adiciona el hierro. El hierro puede causar cambios de color o de sabor en los alimentos
Yodo	Sal	Generalmente se utiliza yoduro. El yodato es más estable en sal cruda
Aminoácidos	Cereales, pan y sustitutos de la carne	Se han propuesto otros vehículos. El uso de lisina, cisteína o metionina se ha autorizado en algunas regiones. El interés en fortificar con aminoácidos

		disminuyó desde principios de la década de 1970.
--	--	--

Fuente: Cadenas, C. 1999.

* Además, una amplia gama de nutrientes se han agregado a las fórmulas lácteas y alimentos para bebés.

5.1.7. Fortificación del azúcar

En Guatemala a principios de la década del sesenta se presentaron problemas nutricionales de deficiencia de Vitamina "A". Ante tal problemática, instituciones como el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá -INCAP- y la Organización Panamericana de la Salud -OPS- se involucraron para mitigar dichos problemas nutricionales. A partir de ello, se creó la legislación para que se fortificara el azúcar con Vitamina "A", todo ello con el aval del gobierno en turno.

A partir de estas acciones surgieron inconvenientes técnicos dentro del proceso de manufactura del azúcar que limitaba la fortificación evitando el éxito de la operación.

A mediados de la década de los noventa surgieron empresas privadas que se dedicaron a la fortificación y empaque del azúcar, ya que los ingenios azucareros les incrementan el costo de producción entre 2 y 5% y por aspectos técnicos no es factible dicha operación.

El azúcar fue seleccionada en Centro América como el vehículo o alimento a ser fortificado con vitamina "A", ya que es consumida en cantidades constantes. El consumo promedio de azúcar en Guatemala es de 67.5g/persona/día. El proceso de fortificación del azúcar se lleva a cabo en dos fases:

5.1.7.1. Elaboración de la premezcla

Debido a que la cantidad de vitamina "A" que se agrega al azúcar es tan pequeña, primero se realiza un premezcla. Esta facilita la disolución de dicha vitamina en una pequeña cantidad de azúcar. Luego se agrega al lote

completo para la fortificación final, obteniendo de esta manera un producto más homogéneo.

Cabe mencionar que el tiempo de vida media de la premezcla es de sesenta días, por lo que la fortificación, empaque y comercialización debe contemplarse en este periodo, para cumplir con la normativa guatemalteca que exige como mínimo 5 partes por millón de dicho micronutriente para ingesta del consumidor final.

Cuadro No. 2 Composición de la premezcla:

INGREDIENTE	PORCENTAJE
Azúcar	76 %
Vitamina "A"	23 %
Aceite de coco	0.2 %
Antioxidante (Ronaxan A)	0.8 %

Fuente: Cadenas, C. 1999.

Retinol:

Es el compuesto fortificante de azúcar; se encuentra en un microencapsulado. El prototipo de este compuesto conocido como 250-CWS contiene 250,000 UI de retinol/g (75mg/g) de donde deriva el 250 de su nombre y las siglas CWS significan Cold Water Soluble (soluble en agua fría). El palmitato de retinol está dentro de una matriz de gelatina en combinación con antioxidantes (butil-hidroxi-anisol, BHA y butil-hidroxi-tolueno, BHT) y otras sustancias que los hacen hidrodispersable.

Antioxidante:

El prototipo utilizado es el Ronoxan-A, que está compuesto por di- α -tocoferol (50mg/g), palmitato de ascorbilo (2150mg/g) y lecitina (700mg/g). El propósito de esta sustancia es reducir la velocidad de oxidación del aceite vegetal que se utiliza en la preparación de la premezcla. Debe mantenerse refrigerado (menor a 10 °C) en el envase original hasta por nueve meses. Una vez abierto el producto debe ser utilizado dentro de un mes.

Aceite vegetal:

Este debe tener el contenido más bajo de peróxidos. El nivel máximo de peróxidos especificado es de 5meq/Kg, lo que debe confirmarse previo a su uso.

Nitrógeno:

El gas inerte no es en realidad un ingrediente de la premezcla, pero se requiere para reducir la oxidación del aceite vegetal.

Condiciones de Almacenamiento y Estabilidad del Palmitato de Retinol en el Azúcar.

El palmitato de retinol es un compuesto de vitamina "A" encapsulado, seco, sólido y miscible en agua, y producido en forma industrial, que facilitó la creación de la tecnología de fortificación. A pesar de la excelente estabilidad, todavía es sensible al aire, luz, humedad y ácidos; por lo tanto, la manipulación y condiciones de almacenamiento apropiadas de la premezcla y la azúcar fortificada son muy importantes. En la premezcla y durante el proceso de fortificación los datos experimentales indican pérdidas de retinol de entre 10% y 20% durante el procesamiento de fortificación de azúcar, y entre 20% y 40% después de un año de almacenamiento. Estas pérdidas deben ser compensadas agregando una mayor cantidad de retinol de la premezcla al azúcar durante el proceso de fortificación.

El palmitato de retinol es susceptible a la oxidación en presencia de luz natural o artificial. El envasado de la premezcla en bolsas negras de polietileno reduce la exposición a la luz y la degradación de la vitamina "A". Las gotitas de palmitato de retinol resisten temperaturas de 105°C durante 10 minutos.

Las pruebas de estabilidad muestran que la azúcar fortificada envasada en bolsas de polietileno para la venta al menudeo, conserva entre el 50% y 70% del nivel inicial de vitamina "A" después de 3 meses de almacenamiento. Se cree que el calor y la humedad, juntos, son más dañinos para el palmitato de retinol que el calor o humedad solos.

La vitamina “A” contenida en el azúcar fortificada permanece estable en los alimentos preparados en el hogar, a pesar de que la humedad, el calor y la acidez reducen la actividad.

Cuando se agrega azúcar fortificada a bebidas tales como limonada o naranjada, se conserva entre 60% y 80% de la vitamina “A” después de dos días. La vitamina “A” es sensible a los ácidos, por lo que se pueden esperar pérdidas cuando entra en contacto con alguno de ellos.

Sin embargo, la mayor parte de la vitamina “A” contenida en la azúcar fortificada se puede perder en la fabricación de bebidas gaseosas como consecuencia del uso de carbón activado y tierra de diatomeas para eliminar el color y las impurezas. Por lo tanto, cuando se usa azúcar no refinada en la fabricación de bebidas no alcohólicas se produce la destrucción total de la vitamina. No obstante, si se usa azúcar refinada, se mantienen dos tercios del nivel de retinol original. La estabilidad de la vitamina “A” en alimentos horneados también es buena. La conservación del micronutriente después de hornear el alimento es de alrededor de 80% 90%.

5.1.7.2. Tecnología para la fortificación de azúcar con vitamina “A”

“Se puede utilizar azúcar refinada o semirrefinada como transportador de Vitamina “A”. Se suele comenzar con la producción de una mezcla con alta concentración, la premezcla. En proceso por lotes, contiene azúcar, Palmitato de Vitamina “A” y una pequeña cantidad de aceite vegetal.

La premezcla debe almacenarse en bolsas plásticas no permeables a la luz y se debe utilizar en un plazo no mayor de 6 meses. Se recomienda usar una tolva para asegurar el flujo constante de azúcar a la mezcladora y un contenido constante de Vitamina “A”. Si no se utiliza una tolva, el agregado de la premezcla debe ser correlativo con la variación del flujo de azúcar.

Con el fin de asegurar la mejor estabilidad de la Vitamina “A” en el azúcar final, se recomienda agregar la mezcla de azúcar después de la secadora. en el caso de la azúcar semirrefinada, debe agregarse una mezcladora al proceso de producción, ya que no hay etapa de secado y enfriado.

Las partículas de vitamina “A” son esféricas y mucho más pequeñas que los cristales angulares del azúcar. Así, para evitar la segregación después del proceso de mezclado, debe reducirse la movilidad de las partículas de vitamina “A”. Esto se logra agregando una pequeña cantidad de aceite vegetal.” Tomado de:

http://foodfortification.com/Files/Download/Flyers/ES/BASF_Leaflet_Fortification_of_SUGAR.pdf **Fortificación de alimentos básicos con vitamina a.**

5.1.7.3. Condiciones de almacenamiento y conservación de la azúcar fortificada.

Bajo las siguientes condiciones de almacenamiento, el azúcar presenta un comportamiento estable por períodos de 2 años, en este tiempo el producto no debe presentar ningún tipo de alteración:

- Humedad relativa (%): 55 – 65
- Temperatura: 2°C sobre la temperatura ambiente
- Preferiblemente acondicionar un sistema regulador de humedad

Seguridad en Almacenamiento

Los sacos de azúcar deben estar protegidos de la humedad, fuego, chispas, colillas de cigarrillo y plagas que deterioren el material del empaque. En caso de incendio, apagar con extintor multipropósito.

El azúcar es un material combustible; no debe dejarse caer sobre elementos que inicien combustión (chispas, colillas, etc.).

Empaque

El azúcar es empacado en presentaciones de 50Kg, 5kg en sacos de papel, sacos de polipropileno laminado, bolsas de polietileno dentro de sacos de polipropileno; el empackado de azúcar familiar se hace en bolsas de polietileno de alta densidad.

Características del empaçado

El empaque presenta costuras o sellos en ambos extremos. No existe riesgo al manipular el empaque vacío o reutilizarlo con otros materiales.

Condiciones de seguridad

Identificación de riesgos: El azúcar es un material, no exponerlo a chispas o fuego directo.

Transporte: No se requieren medidas ni medios especiales para su transporte.

Medidas de primeros auxilios: No presenta riesgos de contacto con ojos, piel ó ingestión.

Medidas contra fuego: Apagar con extintor multipropósito.

Precauciones personales: Ninguna en especial.

Precauciones medioambientales: Contamina el agua generando altas demandas de oxígeno.

Métodos de limpieza: Limpieza con agua y jabón. No existe riesgo significativo de contaminación microbiológica.

Controles sobre exposición / protección personal: No se requiere protección especializada para ojos, manos. No se requiere respirador.

Medidas de higiene: Usar guantes de goma, tapabocas y cofia en su manipulación.

Estabilidad y reactividad: El producto es estable y no presenta alta reactividad.

Información toxicológica: No presenta riesgos orales, para la piel, de irritación etc.; tampoco presenta efectos tóxicos crónicos

Información ecológica: Fácilmente biodegradable.

Información regulatoria: No se considera un desecho peligroso.

5.2. Actividad Acuosa (Aw)

El contenido de humedad (expresado en %) se ha utilizado en muchas ocasiones como un parámetro indicativo de las propiedades de un alimento, ingrediente o aditivo. La actividad de agua (aw) de un producto (alimento, ingrediente o aditivo) es el parámetro que mide el estado energético del agua, o dicho de forma equivalente, es la fracción del contenido de humedad total que está en forma libre (no unida o coordinada a radicales hidrófilos).

Normalmente, el valor de la aw en un producto alimentario condiciona los procesos de alteración relacionados con el desarrollo de microorganismos, la inestabilidad química y enzimática, las propiedades físicas y la absorción de humedad ambiental (Isotermas).

El agua puede afectar la reactividad química a través de distintos mecanismos, actuando como solvente, reactivo, o afectando a la movilidad de los reactivos debido a su influencia sobre la viscosidad del sistema.

La aw tiene influencia sobre la oxidación de las grasas, el oscurecimiento no enzimático, la degradación de vitaminas, las reacciones enzimáticas, la desnaturalización de proteínas, y la temperatura de gelatinización y retrogradación de almidones.

5.3. Humedad relativa

“La humedad relativa es una medida del contenido de humedad del aire y, en esta forma, es útil como indicador de la evaporación, transpiración y probabilidad de lluvia convectiva. No obstante, los valores de humedad relativa tienen la desventaja de que dependen fuertemente de la temperatura del momento que se evalúa este parámetro. Es el cociente en la humedad absoluta y la cantidad máxima de agua que admite el aire por unidad de volumen. Se mide en tantos por ciento y está normalizada de forma que la humedad relativa máxima posible es el 100%”. Tomado de:

<http://personal.telefonica.terra.es/web/cvvega/indexhr.htm>. **Humedad relativa**

El término humedad relativa ambiente, hace referencia a la capacidad que tiene el aire de absorber más humedad. Cuando la humedad relativa llega al 100%, a esta fase se le conoce como punto de saturación.

Como todo material, el aire también tiene un límite para absorber humedad, por lo que cuando llega al límite de absorción, y el vapor de agua se condensa, ocasiona comúnmente fenómenos como el rocío, la niebla, neblina o las heladas.

La diferencia entre humedad relativa y humedad absoluta es que la primera es una medida porcentual, es decir que tanto por ciento del agua que puede contener el aire, tiene; en cambio la humedad absoluta es una medida de la cantidad de agua en peso que contiene el aire, y se usa para representarla gramos o kilogramos.

5.4. Pardeamiento u oscurecimiento no enzimático

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, la ruta 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

La reacción de Maillard es el resultado de productos reductores, primariamente azúcares, que reaccionan con proteínas o con grupos amino libres. Esta reacción

cambia tanto las propiedades químicas como fisiológicas de las proteínas. En general la acumulación de pigmentos de color marrón indica que la reacción se ha producido en alimentos que contienen hidratos de carbono y proteínas. En la industria láctea se emplea como indicador de un procesado térmico excesivo.

La reacción de Maillard avanzada puede seguir cinco rutas, dependiendo de las condiciones ambientales, del pH y la temperatura. La caramelización es la reacción de pardeamiento de los azúcares que son calentados por encima de su punto de fusión en ausencia de proteínas o aminoácidos. Ésta se ve favorecida por condiciones alcalinas o ácidas y se usa para la coloración comercial de caramelos y para obtener sabores. La caramelización puede ser conveniente o perjudicial para la calidad de un producto alimentario, y se puede prevenir evitando el proceso a alta temperatura y almacenando a bajas temperaturas.

Tanto el contenido de agua como la a_w están relacionadas con las reacciones de oscurecimiento no enzimático. Por lo general, se observa que la relación de oscurecimiento decrece al aumentar el contenido de agua, aunque hay sistemas en los que la movilidad de los reactivos disminuye a bajos contenidos de agua. Se cree que el efecto inhibitor del alto contenido de agua puede deberse a que el agua es un producto con numerosas etapas de condensación durante las reacciones de oscurecimiento. El punto máximo de las reacciones de oscurecimiento tiene lugar en la mayoría de alimentos a valores de $a_w = 0,3-0,6$. Al disminuir la a_w aumentará el oscurecimiento, pasando a valores de $a_w = 0,4$.

5.5. Convección

La convección es el mecanismo que se produce en los fluidos cuando el calor es transportado desde zonas de mayor temperatura a otras con temperatura menor, debido a los cambios en la densidad de los materiales.

La transferencia de energía comienza cuando una porción de materia se calienta, al dilatarse, asciende desde los puntos más calientes a los más fríos. El proceso contrario tiene lugar cuando al enfriarse un material aumenta su densidad y desciende por efecto de la gravedad.

Los procesos convectivos son también muy comunes en otras capas fluidas de la Tierra, como la atmósfera y la hidrosfera y, en determinadas condiciones físicas, también pueden darse en los sólidos.

Tipos de Convección

La convección se clasifica en natural y forzada. En la convección forzada se obliga al fluido a fluir mediante medios externos, como un ventilador o una bomba. En la convección natural el movimiento del fluido es debido a causas naturales, como el efecto de flotación, el cual se manifiesta con la subida del fluido caliente y el descenso del fluido frío.

La convección forzada se clasifica a su vez en externa e interna dependiendo de si el flujo de fluido es interno o externo. El flujo de un fluido se clasifica como interno o externo dependiendo de si se fuerza al fluido a fluir por un canal confinado (superficie interior) o por una superficie abierta. El flujo de un fluido no limitado por una superficie (placa, alambre , exterior de un tubo) es flujo externo. El flujo por un tubo o ducto es flujo interno si ese fluido está limitado por completo por superficies sólidas. El flujo de líquidos en un tubo se conoce como flujo en canal abierto si ese tubo está parcialmente lleno con el líquido y se tiene una superficie libre.

La velocidad de transferencia de calor a través de un fluido es mucho mayor por convección que por conducción. Cuanto mayor es la velocidad del fluido mayor es la velocidad de transferencia de calor.

5.6. Hornos de Convección

Por lo general los hornos de secado para laboratorio de convección natural, son empleados para trabajar a un rango máximo de 220°C en procesos como secado, esterilización de artículos que pueden soportar altas temperaturas, que no se queman ni degradan; pruebas de envejecimiento, entre otra cantidad de aplicaciones que requieran un máximo de 220°C.

Para fines prácticos en laboratorios de azúcar, se debe contemplar equipo para determinación de humedad de azúcar, cenizas, humedad de bagazo, entre otros. Ya que estos análisis requieren de estandarización adecuada de la temperatura específica y llegar a peso constante de la muestra.

Las cámaras de convección deben de contar con un control digital que se encarga de regular la temperatura. La nueva tecnología de los hornos de laboratorio cuentan con sensores térmicos que detectan la temperatura del horno y se ajusta a la condiciones de tiempo que tenga programadas el control digital. (Ver Apéndice 14.3)

5.7. Espectrofotometría

“La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones biológicas. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

Todas las sustancias pueden absorber energía radiante, aun el vidrio que parece ser completamente transparente absorbe longitud de ondas que pertenecen al espectro visible; el agua absorbe fuertemente en la región del infrarrojo.

La absorción de las radiaciones ultravioleta, visibles e infrarrojas depende de la estructura de las moléculas, y es característica para cada sustancia química.

Cuando la luz atraviesa una sustancia, parte de la energía es absorbida; la energía radiante no puede producir ningún efecto sin ser absorbida. El color de las sustancias se debe a que éstas absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas y solo dejan pasar a nuestros ojos aquellas longitudes de onda no absorbida.”

Tomado de: www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/.../r22541.DOC.

5.7.1. Espectrofotómetro

“Es un instrumento usado en la física óptica. Sirve para medir en función de la longitud de onda, la relación entre valores de una misma magnitud fotométrica relativos a dos haces de radiaciones. También es utilizado en los laboratorios de química para la cuantificación de sustancias y microorganismos. Hay varios tipos de espectrofotómetros, puede ser de absorción atómica o espectrofotómetro de masa.

Este instrumento tiene la capacidad de proyectar un haz de luz monocromática a través de una muestra y medir la cantidad de luz que es absorbida por dicha muestra. Esto le permite al operador realizar dos funciones:

- Dar información sobre la naturaleza de la sustancia en la muestra.
- Indicar indirectamente que cantidad de la sustancia que nos interesa esté presente en la muestra.”

Tomado de:

<http://www.gisiberica.com/espectrofotometros/espectrofotometros.htm>.

Espectrofotómetro.

5.8. Pruebas estadísticas

5.8.1. Análisis de varianza

Es una técnica estadística de contraste de hipótesis. Esta técnica, en conjunto con las técnicas de regresión lineal múltiple, constituyen una extensión natural y marcan el comienzo de las técnicas multivariantes. Con estas técnicas se manejan simultáneamente más de dos variables, y la complejidad del aparato matemático se incrementa proporcionalmente con el número de variables en juego.

Cuadro No.3 Fórmulas de análisis de varianza

Causas de variación	Grados de libertad	Sumatoria de cuadrados	Cuadrado medio	Factor calculado	Factor tabulado
Tratamiento	# tratamientos-1	$\frac{(\sum \text{Tratam})^2}{\# \text{ de bloques}} - FC$	$\frac{Sc \text{ Tratam}}{GL \text{ tratam}}$	$\frac{CM \text{ tratam}}{CM \text{ error}}$	Buscar en tabla
Bloque	# de bloques-1	$\frac{(\sum \text{Bloques})^2}{\# \text{ Tratam}} - FC$	$\frac{Sc \text{ Bloques}}{GL \text{ bloques}}$	$\frac{CM \text{ bloques}}{CM \text{ error}}$	Buscar en tabla
Error	GL trata * GL bloques	Sc total- Sc tratam- Sc bloques	$\frac{Sc \text{ error}}{GL \text{ error}}$		
Total	N-1	$\sum (\text{datos})^2 - FC$			

Fuente: Sancho, J. 2001

$$FC = \frac{(\sum total)^2}{N}$$

5.8.2. Prueba de Fischer

Es un método estadístico que permite valorar el efecto del azar. Es una prueba de significación usada en el análisis de los tamaños pequeños categóricos de muestra de datos.

La necesidad de la prueba de Fischer se presenta cuando se tiene datos que se dividen en dos categorías de dos maneras separadas. Prueba de significación estadística utilizada para comparar proporciones en tablas de contingencia.

Es la prueba estadística de elección cuando la prueba de Chi cuadrado (X^2) no puede ser empleada por tamaño muestral insuficiente (menos de 30 efectivos).

5.8.3. Prueba de Tuckey

Este método se emplea para hacer todas las comparaciones múltiples que son posibles con “n” tratamientos, cuando existe diferencia estadística significativa. El procedimiento consiste en calcular un valor teórico común o diferencia mínima significativa mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

$$D = q S_x = w ; w = q_\alpha (P, n_2) S_x$$

Donde:

$$S_x = \text{error estándar de la media} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

S^2 = varianza del error experimental

n = número de repeticiones, y

q = valor tabular, que es un valor de t, modificado por la expresión:

$$q_\alpha = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{S_x}$$

El valor q, se encuentra en la tabla con el número de tratamientos $a=P$ y los grados de libertad del error experimental = n_2 y para una α = al nivel de significancia.

Si D (diferencia entre medias) $> q_{0.05} S_x$ la diferencia entre medias se debe considerar significativa. Si D (diferencia entre medias) $> q_{0.01} S_x$ la diferencia entre medias se debe considerar altamente significativa.

En caso contrario, las medias se deben considerar iguales o equivalentes, o la diferencia observada estima a cero y, por tanto, es estadísticamente no significativa.” (Pérez, V. 1996)

6. Objetivos

6.1 Objetivo General

6.1.1 Determinar el nivel de degradación de la vitamina “A” del azúcar blanco comercializado en Cuyotenango, Suchitepéquez, bajo diferentes tiempos y temperaturas de almacenamiento.

6.2. Objetivos específicos

6.2.1. Establecer la concentración obtenida de vitamina “A”, expuesta a tratamientos planteados al inicio de la investigación, en el azúcar blanco comercializado al menudeo en Cuyotenango Suchitepéquez en el año 2011.

6.2.2. Medir el tiempo en que se degrada la vitamina “A” en azúcar blanca fortificada expuesta a condiciones ambientales en el anaquel.

6.2.3. Estimar la variación de la concentración de vitamina “A” al cambiar el tiempo y temperatura.

7. Hipótesis

El tiempo y temperatura de exposición del azúcar blanco comercializado no afectan la concentración de vitamina “A” en este producto.

8. Metodología

8.1. Recursos

8.1.1. Humanos

- T.U. Romilio Bladimiro Vallejo Alvarado
- Asesor Principal: Dr. Sammy Alexis Ramírez Juárez
- Asesor Adjunto Ing. Alim. Luis Tay
- Personal Técnico del Laboratorio de una Comercializadora del Suroccidente.

8.1.2. Institucionales

- Universidad de San Carlos de Guatemala-Centro Universitario del Suroccidente
- Comercializadora de azúcar fortificada con vitamina “A” del suroccidente de Guatemala.
- Biblioteca del Centro Universitario del Suroccidente
- Biblioteca del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá –INCAP
- Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

8.1.3. Materiales

8.1.3.1. Cristalería y materiales

- Balones volumétricos o probetas de 100 mL
- Baño de agua (50-60 °C)
- Bulbos de aspiración para pipetas Pasteur y pipetas serológicas
- Espátulas para pesar
- Pipetas serológicas graduadas
- Pipetas Pasteur
- Pipetas volumétricas
- Termómetro (0 – 105°C)
- Varillas de vidrio
- Vasos de precipitar (beacker) 250mL
- Tubos de ensayo 20mL (tapón esmerilado o de rosca).
- Guantes quirúrgicos
- Cofia
- Mascarillas

- Bolsas de nylon

8.1.3.2. Reactivos

- Etanol absoluto (C_2H_5OH), pureza: 99.9%, PM: 46.07g/mol y d: 0.79 g/mL.
- Hexano (C_6H_{14}), pureza: 99%, PM: 86.18g/mol y d: 0.66g/mL.
- Hidróxido de sodio 0.1N
- Hidróxido de sodio 12.5 N
- Fenolftaleína 1% p/v

8.1.3.3. Equipo

- Balanza analítica con precisión de 0.0001g
- Espectrofotómetro UV/VIS con celdas de cuarzo
- Rotavapor
- Disco de agitación magnético
- Agitador tipo Vortex
- Campana de Extracción de gases
- Aires Acondicionados
- Hornos de Convección
- Termómetro digital

8.1.3.4. Preparación de reactivos

- Para la realización de las marchas específicas se requiere la preparación de los reactivos necesarios (Ver Anexo13.1.)

8.2. Descripción metodológica

8.2.1. Toma de muestra

Se tomaron seis muestras de azúcar que se comercializa al menudeo en el municipio de Cuyotenango, en puntos de venta tomados aleatoriamente. Cada muestra fue de por lo menos 1000 gramos (1 kilogramo).

8.2.2. Preparación de la muestra

Se determinó la Vitamina “A” y la degradación en función de un rango de temperaturas establecido por información meteorológica del INSIVUMEH, manteniendo una diferencia de 5° C entre si, por lo que se expuso una muestra para cada temperatura a evaluar, siendo las siguientes:

- Temperatura ambiente del municipio de Cuyotenango
- 18 °C
- 23 °C
- 28 °C
- 33 °C
- 38 °C

Las seis muestras adquiridas al azar, fueron colocadas en bolsas asépticas (para evitar contaminación cruzada que influya en los resultados) y transportadas al laboratorio con una hora de anticipación al análisis. Fueron necesarios 100 gramos de muestra por análisis de Vitamina “A” por semana en cada temperatura.

La muestra que fue evaluada a temperatura ambiente, se mantuvo identificada con la leyenda “Muestra para análisis, no tocar”, expuesta en anaquel sobre una estantería de madera a una altura de 1.40 mt. del nivel del suelo, durante sesenta y tres días, en una tienda que expende al menudeo artículos de consumo diario.

La muestra de 18 °C se colocó en el laboratorio de una Comercializadora del país bajo el efecto de aire acondicionado, estandarizado a dicha temperatura para verificar el comportamiento.

Las muestras de 23 y 28 °C fueron evaluadas bajo las condiciones de temperatura específicas de aire acondicionado. Las muestras de 33 °C y 38 °C se evaluaron bajo el efecto de la temperatura de hornos de convección que se mantuvo funcionando a la temperatura indicada para cada caso.

El día que fueron adquiridas las muestras se procedió a analizar para determinar la cantidad de Vitamina "A" disponible. Este dato fue tomado como día 0 o inicio de la prueba, durante la tercera semana del mes de agosto 2011.

Se evaluaron en duplicado, la cantidad de Vitamina "A" en azúcar blanca fortificada a los 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 y 63 días que inicio la investigación, de acuerdo a la marcha analítica descrita en el Anexo 13.2. y se determina el valor de acuerdo a la formula descrita en el Anexo 13.3.

La legislación guatemalteca regula que la cantidad de vitamina "A" no debe degradarse a menos de 5 ppm, como se establece en la Norma Coguanor NGO 34 147 h1. (Aditivos Alimentarios para consumo humano. Determinación de vitamina "A" en Azúcar).

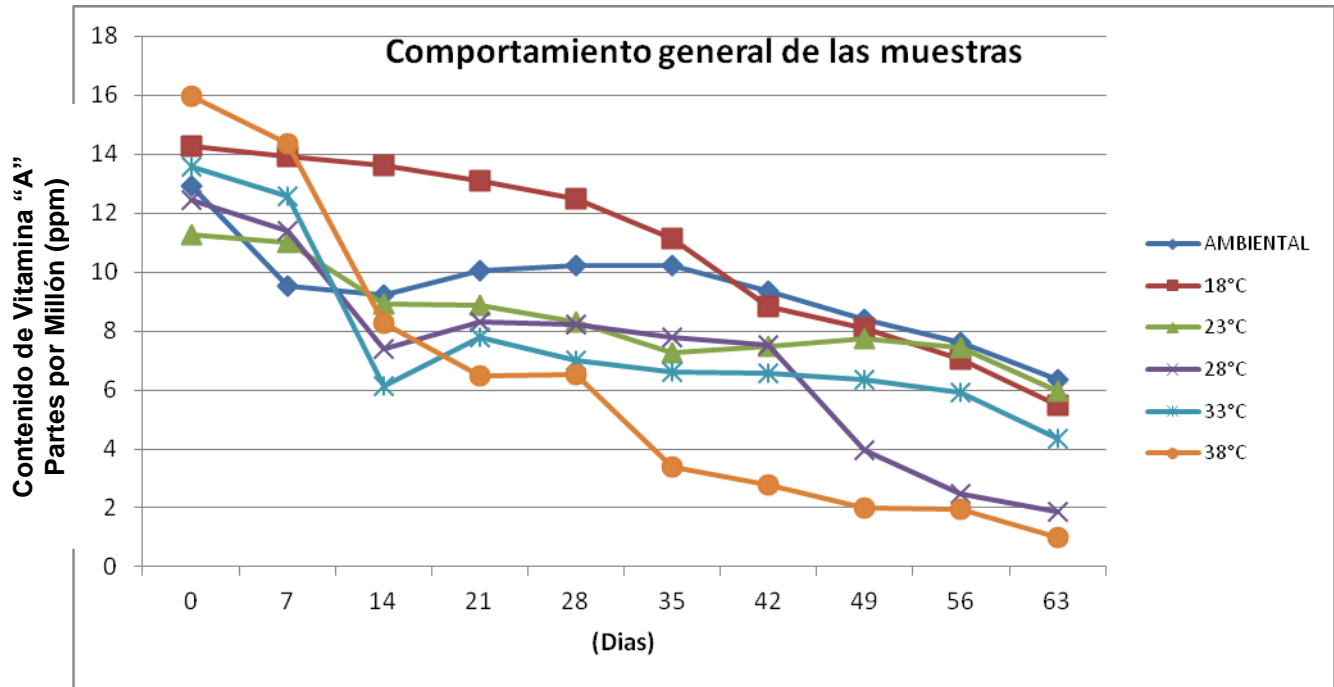
Al finalizar los análisis, se procedió a interpretar los resultados y analizar la diferencia estadística entre los mismos a través de un análisis de varianza -ANDEVA-, determinándose diferencia significativa, por lo cual se procedió a comparar medias por el método de Tuckey.

9. Resultados y discusión de resultados

9.1. Descripción de las mediciones

Se colocaron muestras a temperaturas controladas, a las cuales se les analizó el contenido en ppm de la vitamina “A”. Los valores obtenidos se encuentran en la sección de Anexos No. 13.4, dando como resultado la siguiente grafica.

Grafica No. 1. Comportamiento general de las muestras a distintas temperaturas



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del trabajo de campo. 2011.

En esta gráfica se aprecia que los resultados en relación al contenido de vitamina “A” en partes por millón (ppm), muestran que a los sesenta y tres días y a las temperaturas de 18° C y 23° C son las que alcanzaron valores de 5.7 ± 0.2 , y la muestra a temperatura ambiente (promedio 24° C) tiene 6.4, siendo el valor mínimo 5 ppm apto para el consumo humano. Lo que significa que los tratamientos de baja temperatura, mantienen dentro del límite permisible la concentración de vitamina “A” a diferencia de los tratamientos de alta temperatura que a partir de la cuarta semana alcanzaron valores menores a cinco partes por millón, tal es el caso del tratamiento de 38° C.

Los primeros tres tratamientos de 18°, 23° C y a temperatura ambiente, tuvieron un deterioro promedio de 0.76 ppm cada siete días, haciendo un descenso total promedio de 6.88 ppm. Mientras que en las restantes, el deterioro fue de 1.29 ppm cada siete días y un descenso total promedio de 11.57 ppm en el contenido de vitamina “A”.

Los tratamientos a temperatura de 18° C, 23° C y ambiente, al final del estudio presentaron concentración permisible de vitamina “A”, como lo exige la legislación

guatemalteca, donde indica que una muestra de azúcar blanca fortificada para comercializar debe contener como mínimo 5 ppm de dicha vitamina.

Con los resultados recopilados se determinó que la vitamina “A” se degrada a sesenta días o menos, según sea el caso de la temperatura de exposición. Lo anterior, se refleja en los tratamientos de temperaturas de 28°, 33° y 38° C; donde se aprecia que la vitamina se mantuvo en el límite permisible hasta el día cuarenta y dos, cincuenta y seis, veintiocho de exposición, respectivamente.

Se pone de manifiesto que las vitaminas son sustancias lábiles, debido a que se alteran con facilidad ya que se resisten de mala manera a los cambios de temperatura, lo anterior se nota en los tratamientos de alta temperatura donde se demuestra que hubo diferencia significativa respecto de los de baja temperatura (11.57 ppm contra 6.88 ppm en promedio durante el tiempo que duro el estudio)

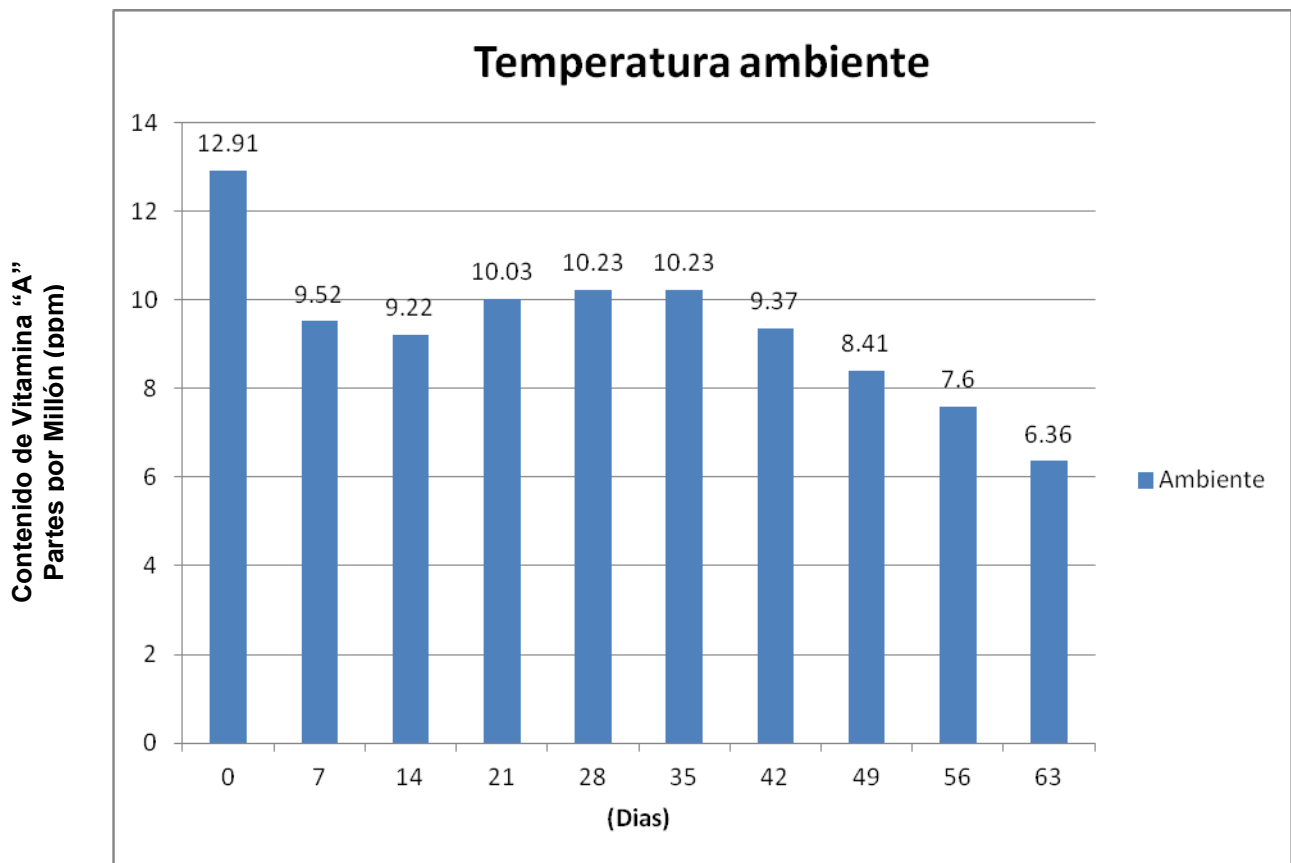
Cuadro No. 4. Comparación de degradación entre tratamientos

Tratamiento	Semana	Partes por millón	Deterioro
28° C	6-7	7.52 – 3.97	3.55
33° C	2-4	12.59 – 7.80	4.79
38° C	2-3	14.36 – 8.26	6.10

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del trabajo de campo. 2011.

Analizando los tratamientos de alta temperatura (28° C, 33° C y 38° C) se nota que la caída de concentración de la vitamina “A” es inversamente proporcional en función del tiempo a la temperatura de la muestra, ya que el tratamiento de 28° C tuvo mayor deterioro en la semana 6-7 degradándose 3.55 ppm. En el tratamiento de 33° C se observó en la semana 2-4 con 4.79 ppm y por último el tratamiento de 38° C en la etapa de semana 2-3 tuvo el mayor descenso de la concentración de la vitamina “A” alcanzando 6.10 ppm de deterioro.

Grafica No. 2. Comportamiento de la muestras a temperatura ambiente

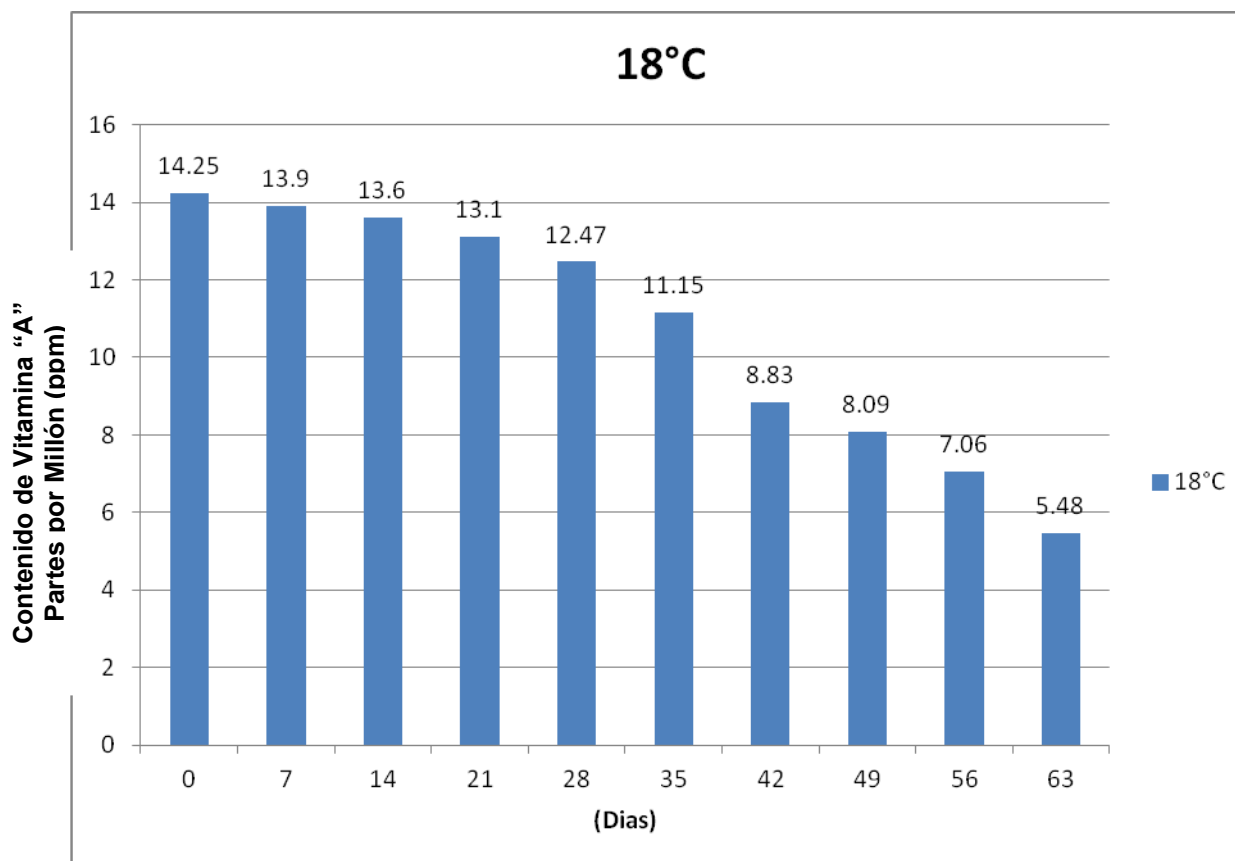


Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del trabajo de campo. 2011.

El valor inicial de vitamina "A" en la muestra fue de 12.9 ppm. Durante el almacenaje mostró un deterioro de 6.5 ppm en el contenido de la vitamina "A" durante sesenta y tres días, quedando al final con un valor de 6.4 ppm, dando como resultado un comportamiento favorable para el almacenamiento en bodega, con un máximo de sesenta y tres días, porque alcanza un valor superior a 5 ppm en el contenido de la vitamina "A", siendo el valor mínimo apto para el consumo humano. El deterioro promedio fue de 0.73 ppm entre cada medición, siendo esta cada siete días.

Este tratamiento tuvo el descenso más notorio en el periodo de la quinta a la novena semana, presentando un descenso de 3.87 ppm en este periodo, mientras que en el intervalo de la primera a la cuarta semana solo descendió 1.87 ppm. Es importante señalar que esta muestra estuvo afectada a condiciones naturales por lo que el tiempo y exposición ambiental de temperatura se observa de mejor manera en el cociente de degradación de vitamina "A" en el segundo mes del estudio.

Grafica No. 3. Comportamiento de la muestras a temperatura de 18° C



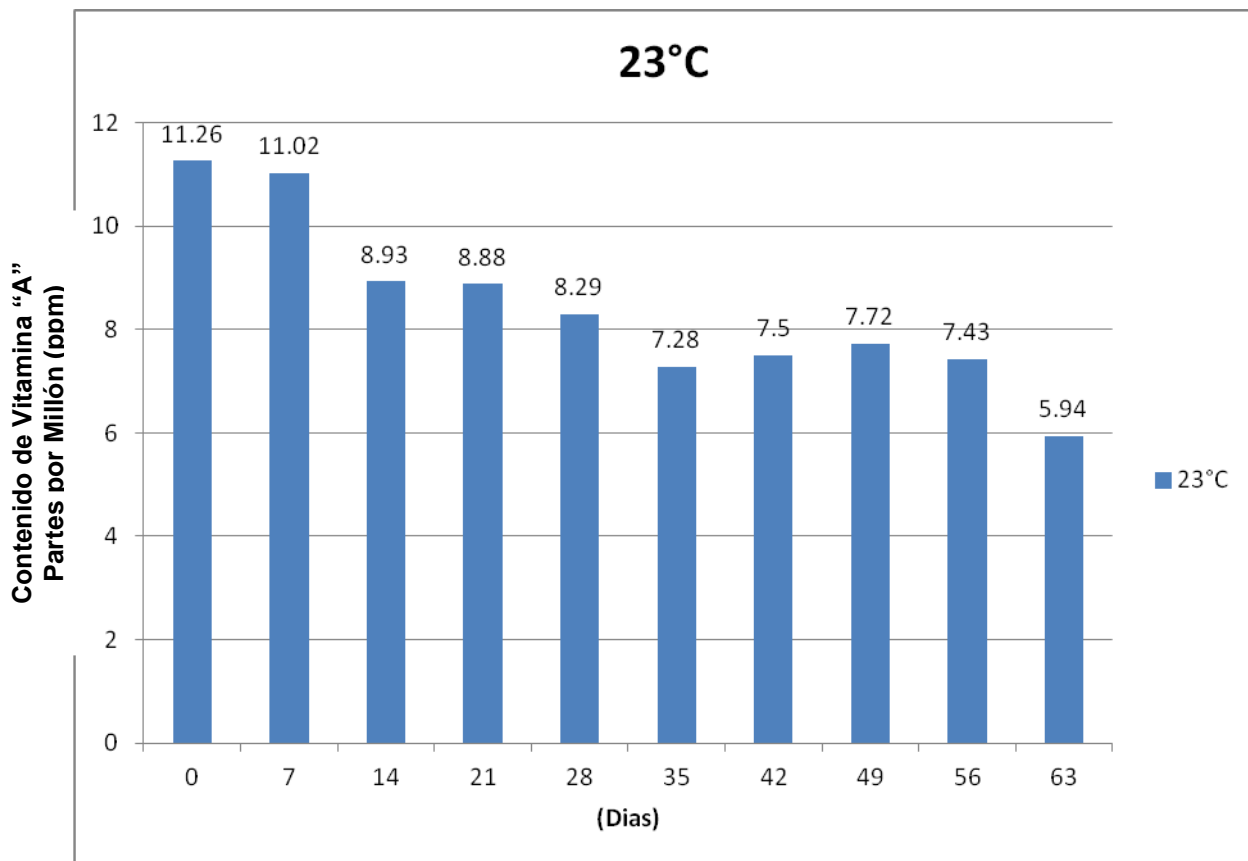
Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del trabajo de campo. 2011.

El tratamiento a temperatura de 18° C, conserva el contenido de vitamina "A" favorable para el consumo durante sesenta y tres días. Al final de la investigación alcanza 5.5 ppm. Mostrando un comportamiento favorable para el almacenamiento en bodega durante este tiempo, ya que el valor de 5 ppm es el mínimo para comercializar.

El valor inicial de la muestra fue de 14.2 ppm. Durante el almacenaje mostró un deterioro superior al 50% equivalente a 8.8 ppm al final de la investigación en el contenido de la vitamina "A". El deterioro promedio fue de 0.97 ppm entre cada medición siendo esta cada siete días.

Este tratamiento resulto ser el más adecuado para el almacenaje en bodega, ya que el comportamiento de decrecimiento fue regular en la curva presentada.

Grafica No. 4. Comportamiento de la muestras a temperatura de 23° C



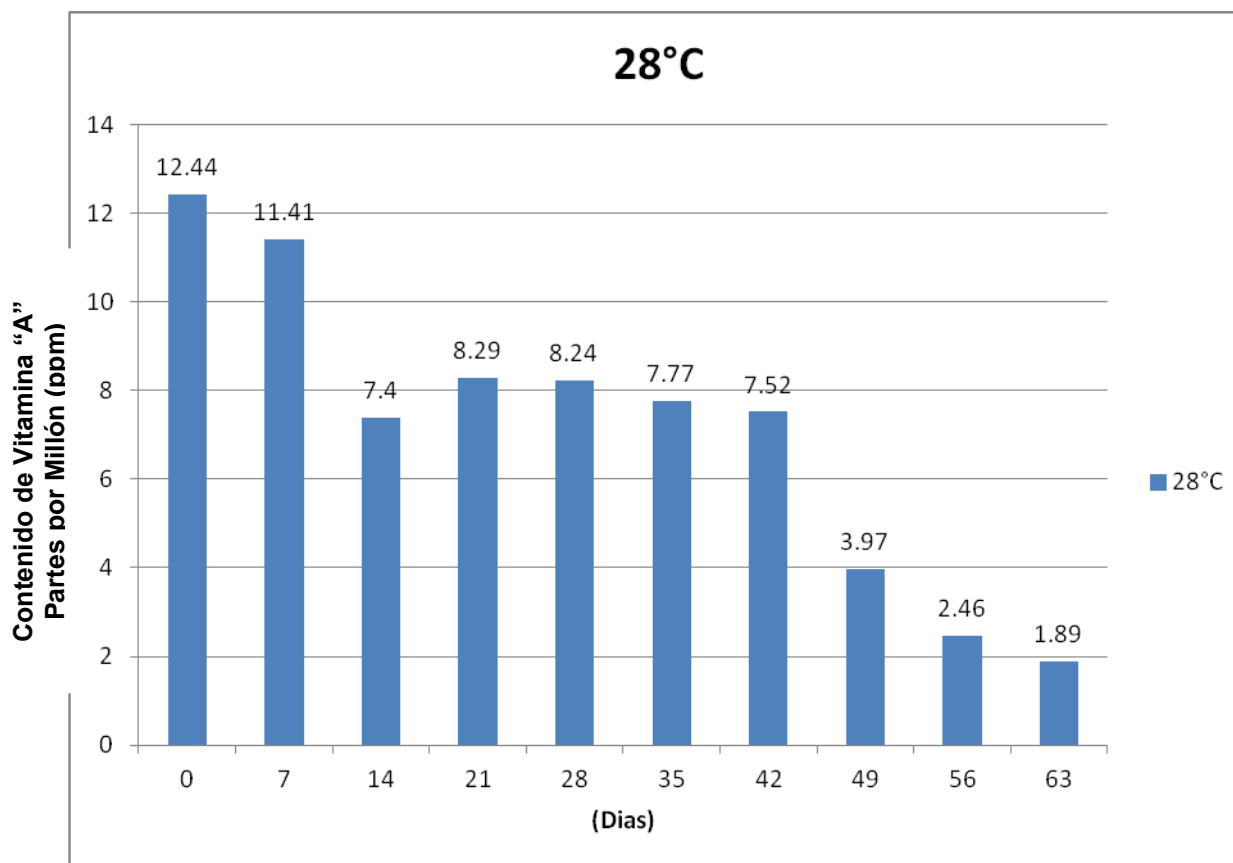
Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del trabajo de campo. 2011.

La muestra inicio con un valor de 11.3 ppm. Durante el almacenaje de sesenta y tres días se deterioró 5.3 ppm en el contenido de la vitamina "A".

El tratamiento a temperatura de 23° C, alcanza 5.9 ppm de contenido de la vitamina "A" a los sesenta y tres días, siendo un comportamiento adecuado para el almacenamiento en bodega durante este tiempo. Entre los tratamientos inferiores a esta temperatura, fue el que obtuvo el deterioro más bajo, teniendo un promedio de 0.59 ppm entre cada medición, siendo esta cada siete días.

Aunque las temperaturas de 23° C y el tratamiento a temperatura ambiente (promedio 24° C) son muy similares, es importante resaltar que las condiciones de exposición cambian significativamente debido a fluctuaciones en la temperatura ambiente mientras que el otro tratamiento estuvo afectado por condiciones controladas de temperatura, se demuestra que el tratamiento a temperatura ambiente se degradó en el intervalo de la semana uno a la cuatro 1.87 ppm, mientras que el otro tratamiento durante el mismo periodo de tiempo se degradó 2.97 ppm.

Grafica No. 5. Comportamiento de la muestras a temperatura de 28° C



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del trabajo de campo. 2011.

El valor inicial de la muestra fue de 12.4 ppm, durante el almacenaje mostró un deterioro de 10.5 ppm en el contenido de la vitamina "A" durante sesenta y tres días.

La muestra a temperatura de 28° C, da como resultado un comportamiento favorable para el almacenamiento en bodega, con un máximo de cuarenta y cinco días, porque alcanza 4.0 ppm de contenido de la vitamina "A" a los cuarenta y nueve días, siendo 5 ppm el valor mínimo apto para el consumo humano. El deterioro promedio fue de 1.17 ppm entre cada medición siendo esta cada siete días.

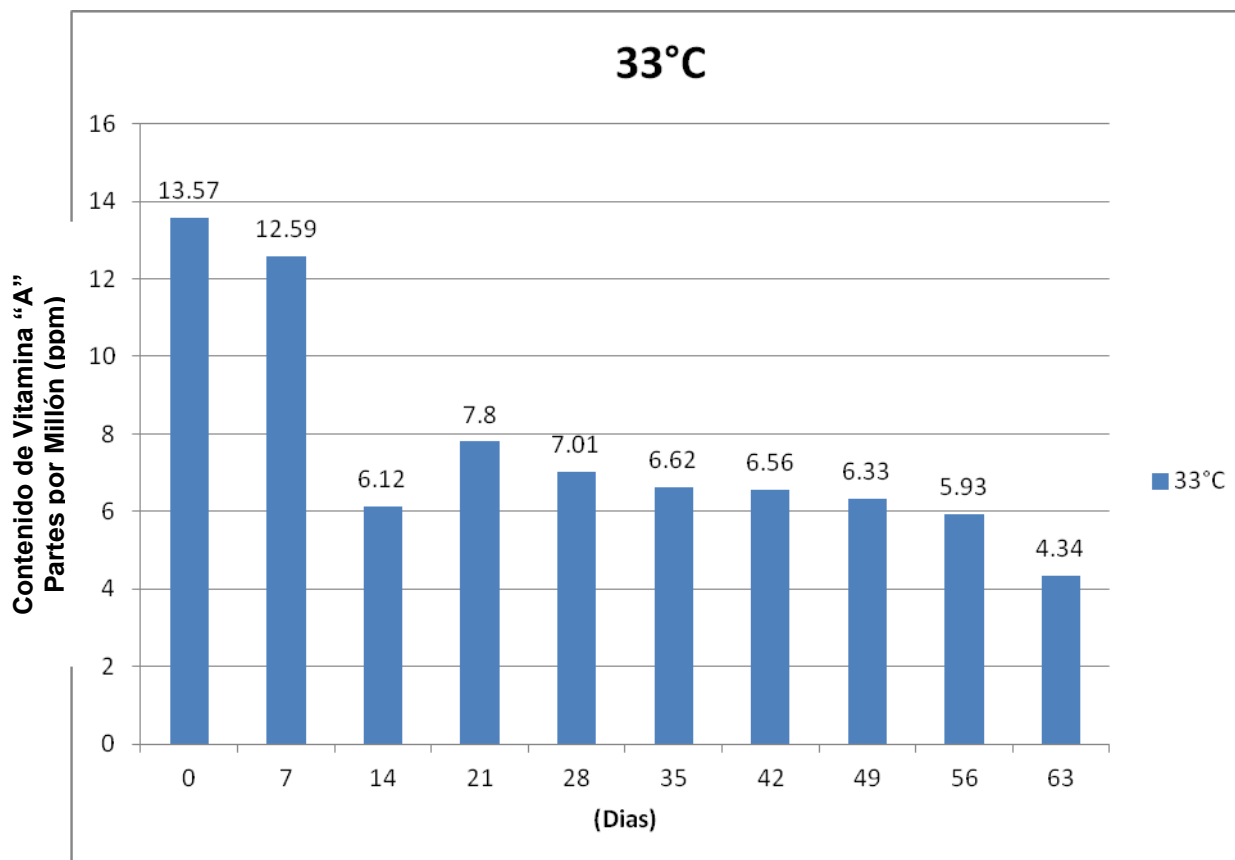
En el comportamiento del tratamiento a partir de las semanas 5-9 se aprecia que la degradación fue de 5.88 ppm, mientras que el tratamiento de 33° C en el mismo periodo se degradó 2.28 ppm, por lo que se pone de manifiesto que alterándose la humedad del azúcar (0.1 % m/m) por acción de la humedad relativa se acelera la degradación de la concentración de la vitamina "A" debido que se desarrollan velocidades de reacción

mayores de actividad acuosa y que éstas a su vez contribuyen al desencadenamiento de reacciones de Maillard que afectan directamente la concentración.

Cabe mencionar que el tratamiento de 28° C estuvo bajo condiciones de aire acondicionado mientras que el tratamiento de 33° C se mantuvo a condiciones controladas de temperatura.

Al comparar el tratamiento a temperatura ambiente respecto al de 28° C, se observa la incidencia de la temperatura que ambos tratamientos están afectados por la humedad relativa, debido que el tratamiento de la temperatura ambiente se degradó 3.87 ppm en el intervalo de la semana cinco a la nueve y el tratamiento de 28° C se degradó 5.88 ppm. Por lo que al tener condiciones controladas de atmósfera, se evidencia que el deterioro se retiene en comparación de tratamientos a condiciones normales.

Grafica No. 6. Comportamiento de la muestras a temperatura de 33° C



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del trabajo de campo. 2011.

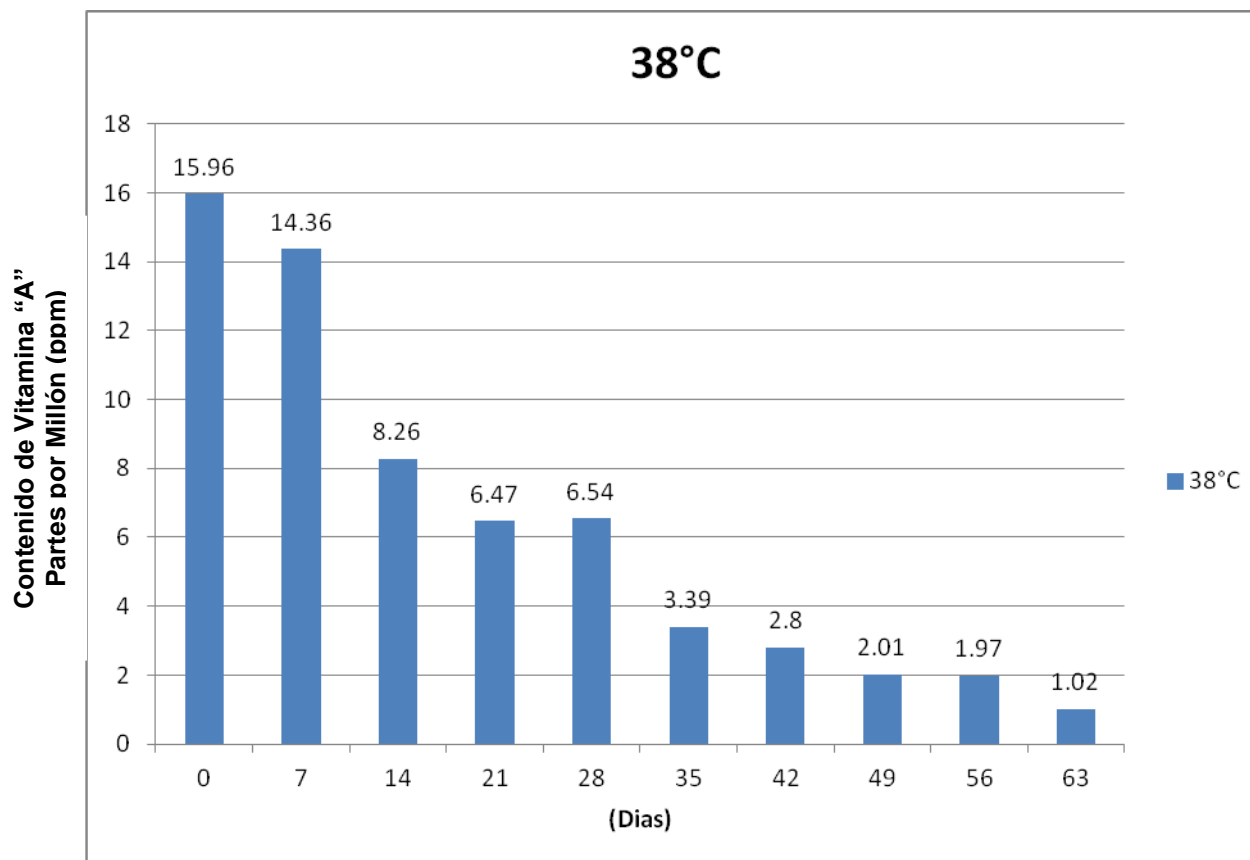
Este tratamiento estuvo bajo condiciones forzadas de temperatura, ya que se programó a la temperatura indicada una cámara de convección donde se expuso el azúcar fortificado con vitamina "A". Los resultados evidencian un comportamiento estable de la degradación y se aprecia que el valor mayor de degradación, ocurrió de la segunda a la cuarta semana sufriendo un deterioro de 4.79 ppm. Al comparar en el mismo intervalo, el tratamiento de 38° C sufre el mayor descenso de concentración de vitamina "A" de 7.89 ppm. Este decrecimiento, se debe al inicio del proceso de oxidación de vitamina provocada principalmente por melanoides, que resultan como compuestos altamente reactivos de la reacción de Maillard y afectan directamente a la concentración de la vitamina "A".

El valor inicial de la muestra fue de 13.6 ppm, durante el almacenaje mostró un deterioro de 9.2 ppm en el contenido de la vitamina "A" durante sesenta y tres días.

La muestra a temperatura de 33° C, da como resultado un comportamiento favorable para el almacenamiento en bodega, con un máximo de cincuenta y seis días, porque alcanza 5.9 ppm de contenido de la vitamina "A", siendo 5 ppm el valor mínimo apto para el consumo humano.

El deterioro promedio fue de 1.02 ppm entre cada medición siendo esta cada siete días.

Grafica No. 7. Comportamiento de la muestras a temperatura de 38° C



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del trabajo de campo. 2011.

El tratamiento a temperatura de 38° C, muestra una incidencia directa de la temperatura hacia la concentración de la vitamina en el azúcar blanco, dando como resultado un almacenamiento en bodega como máximo de treinta días, porque alcanza 3.4 ppm de contenido de la vitamina "A" a los treinta y cinco días, siendo 5 ppm el valor mínimo apto para el consumo humano.

El deterioro promedio fue de 1.66 ppm, esto significa que la temperatura juega un papel importante en la degradación de la vitamina, ya que el tratamiento a temperatura de 18° C tuvo un deterioro promedio de 0.97 ppm equivalente a más del 55%.

El valor inicial de la muestra fue de 16.0 ppm, durante el almacenaje mostró un deterioro de 14.9 ppm en el contenido de la vitamina "A" durante sesenta y tres días.

9.2. Análisis estadístico

9.2.1. Diseño estadístico de distribución de bloques al azar con igual número de repeticiones, utilizando el método de Análisis de Varianza -ANDEVA-

Según el análisis de varianza (Anexo 13.4), sí existe diferencia significativa, entre los resultados obtenidos de las mediciones del contenido de la vitamina "A" en azúcar blanca almacenada a temperaturas de 18°, 23°, 28°, 33°, 38° C y temperatura ambiente (promedio 24° C), debido a que $F_c > F_t$. De esta manera es como se establecieron tiempos de almacenamiento para cada una de las temperaturas evaluadas.

9.2.2. Prueba de Tuckey

Debido a que existía diferencia significativa entre tratamientos según -ANDEVA- se realizó la prueba de Tuckey (Anexo 13.5) entre los valores obtenidos de las diferentes temperaturas de 18°, 23°, 28°, 33°, 28° C y temperatura ambiental (promedio 24° C), para establecer rangos donde el contenido de la vitamina "A" permanezca estable.

El tratamiento a 18° C tiene diferencia significativa con todos los tratamientos menos con el de temperatura ambiental y este último (promedio 24° C) tiene diferencia con el tratamiento de 38° C, dado que la diferencia es mayor que 2.32, determinando de esta manera que el contenido de la vitamina "A" se mantiene estable entre los tratamientos de 18° C a temperatura ambiente promedio de 24° C

10. Conclusiones

- 10.1. La hipótesis planteada se rechaza debido a que el tiempo y temperatura de exposición del azúcar blanco comercializado, sí afecta la concentración de vitamina "A" en dicho producto.
- 10.2. Según el análisis de Tuckey, se establece que el rango apto para almacenamiento es de 18-24 °C, mediante comparaciones de medias, debido a que existía diferencia significativa entre tratamientos en el -ANDEVA-
- 10.3. La investigación del contenido de vitamina "A" en el azúcar blanco, estableció que temperaturas inferiores a 23° C son favorables para un almacenamiento en bodega durante sesenta y tres días como máximo, ya que a pesar del deterioro al final quedó con un valor de 5.5 ppm, siendo un valor superior a lo requerido por la legislación guatemalteca para ser comercializado que es de 5ppm.
- 10.4. Se establece que la muestra al tratamiento de 18° C, 23° C y a temperatura ambiente alcanzo una concentración de 6.36, 5.48 y 5.94 respectivamente a los sesenta y tres días que duró la investigación mientras que las testantes temperaturas de 28° C, 33° C y 38° C llegaron a valores menores a 5 ppm.
- 10.5. Se determinó durante la evaluación del contenido de vitamina "A" en el azúcar blanco almacenado a la temperatura de 38° C, que la rotación debe ser a los veintiocho días por alcanzar un valor de 6.5 ppm, de esta forma se establece el tiempo máximo de almacenaje de treinta días.
- 10.6. Las temperaturas de 18°, 23° C y la temperatura ambiente (promedio 24° C), tuvieron un deterioro promedio de 0.76 ppm cada siete días, haciendo un descenso total promedio de 6.88 ppm, mientras que las restantes 28°, 33° y 38° C, el deterioro fue de 1.29 ppm cada siete días y un descenso total promedio de 11.57 ppm en el contenido de vitamina "A".
- 10.7. La muestra almacenada durante sesenta y tres días a una temperatura de 23° C mostró una degradación total de 5.3 ppm en el contenido de la vitamina "A" y la degradación promedio entre cada medición fue de 0.59 ppm, mientras que la muestra a 38° C mostró una degradación total de 14.9 ppm en el contenido de la vitamina "A" y la degradación promedio fue de 1.66 ppm entre cada medición siendo esta cada siete días.

11.Recomendaciones

- 11.1.** Realizar el estudio de la medición del contenido de vitamina “A” de acuerdo a otro factor como la humedad relativa dentro del lugar de almacenamiento.
- 11.2.** Desarrollar una investigación que evalúe el nivel de degradación de la vitamina “A” a temperaturas inferiores a 18° C, que determine la prevalencia de la vitamina “A en concentraciones permisibles por un periodo de tiempo mayor a sesenta días.
- 11.3.** Almacenar el azúcar blanco a temperaturas inferiores a 23° C para mantener un contenido de vitamina “A” apto para consumo humano, durante el tiempo de vida de la premezcla, que corresponde a sesenta días.
- 11.4.** Evaluar el factor beneficio/costo de las condiciones de almacenamiento con las que se realizó esta investigación, mediante un estudio económico.
- 11.5.** Mantener una rotación adecuada del producto final en los puntos de venta, donde la temperatura es variable debido al sistema de distribución que existe entre fabricante, proveedor, vendedor y consumidor final.
- 11.6.** Evaluar la estabilidad del contenido de vitamina “A” en el azúcar blanco, sustituyendo al antioxidante que actualmente contiene la premezcla.

12. Bibliografía

- 12.1. Aristizábal, C. 2010. (En línea) cl. Consultada: 03/07/2011. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos11/lasvitam/lasvitam.shtml>.
- 12.2. Arroyave, G. ; Dary, O. 1996. Manual para la fortificación del azúcar con vitamina A. Parte 1. Guatemala, Gt. INCAP. OMNI, USAID p. 3-17.
- 12.3. –ASAZGUA- (Asociación de Azucareros de Guatemala). 2002. Protocolo del Programa de Fortificación del Azúcar con Vitamina “A”. Guatemala, Gt. p. 1-35.
- 12.4. BASF. 2010. Fortificación de azúcar. (En línea) usa. Consultada: 10/07/2011. Disponible: http://foodfortification.com/Files/Download/Flyers/ES/BASF_Leaflet_Fortification_of_SUGAR.pdf
- 12.5. –CONAFOR- (Comisión Nacional para la Fortificación, Enriquecimiento y Equiparación de Alimentos) / –UNICEF- (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) / -INCAP- (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá) / –OPS- (Organización Panamericana de la Salud). 2001. Situación de los alimentos fortificados. Guatemala, Gt. p. 2-7.
- 12.6. Egan, H. 1991. Análisis químico de los alimentos de Pearson. 4 ed. México, D.F. Edit. Continental. 740p.
- 12.7. ENFOQUE. 2004. Obtención del Cristal de la Caña. (En línea). cl. Consultada: 27/06/2011. Disponible: http://www.inazucar.gov.do/obtension_azucar.html
- 12.8. -FAO- (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2007. Procesamiento y fortificación de los alimentos. (En línea) ita. Consultada 12/07/2011. Disponible: <http://www.fao.org/Docrep/006/W0073S/w0073s10.html>
- 12.9. GISIBERICA.2011. Espectrofotómetro. (En línea) es. Consultada: 02/09/2011. Disponible: <http://www.gisiberica.com/espectrofotometros/espectrofotometros.html>.
- 12.10. Gutiérrez, J. 2000. Ciencia bromatológica. Principios generales de los alimentos. Madrid, España. Edit. Díaz de Santos. p.577.
- 12.11. -ITESCAM- (Instituto Tecnológico Superior de Calkini en el Estado de Campeche). 2010. Espectrofotometría. (En línea). mx. Consultada: 14/07/2011. Disponible: www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/.../r22541.DOC.
- 12.12. NUTRINET. 2010. Vitamina “A” (En línea) es. Consultada. 10/07/2011. Disponible: <http://nutrinet.org/vm-articulos/627-vitamina-a>.

- 12.13.** OPTEK. 2011. Ley de Lambert - beer (En línea) es. Consultada 20/08/2011. Disponible: http://www.optek.com/es/Lambert_Beer_Law.asp.
- 12.14.** PERSO. 2010. Espectrofotometría. (En línea). es. Consultada: 17/07/2011. Disponible: <http://perso.wanadoo.es/sergioram1/espectrofotometria.html>.
- 12.15.** Portal Planeta Sedna 2009. Vitaminas. (En línea). Consultada: 28/06/2011. Disponible: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/vitaminas.html>.
- 12.16.** Reyes, P. 1990. Diseños de experimentos aplicados. 3 ed. México, D.F. Edit. Trillas. 330p.
- 12.17.** Rodríguez, A. 2003. Ventajas y limitaciones del análisis de la varianza. (En línea). Consultada: 20/08/2011. Disponible http://www.ebiometria.com/conceptos_basicos/ventajas_y_limitaciones_anova.html.
- 12.18.** Sarubin Fragaakis, A. ; Thomson, C. 2007. The Health Professional's Guide to Popular Dietary Supplements. 3 Ed. Chicago, IL: American Dietetic Association.
- 12.19.** Schiappacasse, E. 2007. (En línea) es. Consultada: 25/06/2011. Disponible: <http://www.revistaciencias.com/publicaciones/EEIFukEIIHvYLbrsd.php>.
- 12.20.** –UNICEF- (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia). 1996. Fortificación del azúcar en Guatemala. Guatemala, Gt. p. 1-2 y 28-30.
- 12.21.** WIKIPEDIA. 2003. Azúcar. (En línea) es. Consultada: 18/06/2011. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Az%C3%BAcar>.
- 12.22.** WIKIPEDIA. 2006. Sacarosa. (En línea) es. Consultada: 18/06/2011. Disponible: <http://es.wikipedia.org/wiki/Sacarosa>.

**Vo. Bo. Licda. Ana Teresa Cap Yes
Bibliotecaria**

13. Anexos

13.1. Preparación de reactivos

13.1.1. Hidróxido de sodio 12.5 Normal

13.1.1.1. Pese exactamente 253 gramos de Hidróxido de sodio en un beacker de 600 ml y disuelva con aproximadamente 300 ml de agua destilada o desmineralizada fría.

13.1.1.2. Transfiera la solución a un balón aforado de 500 ml, lave con pequeñas cantidades de agua desmineralizada fría las paredes del beacker y agregue los lavados al balón de 500 ml.

13.1.1.3. Afore el balón con agua destilada o desmineralizada hasta la marca de 500 ml, deje el balón a temperatura ambiente por unos minutos, si el volumen disminuye por efectos de descenso de temperatura afore de nuevo a la marca de 500 ml.

13.1.2. Hidróxido de sodio 0.1 Normal

13.1.2.1. Transferir 8 ml de Hidróxido de sodio 12.5 N a un balón aforado de 1000 ml, agregue al balón aproximadamente 400 ml de agua destilada o desmineralizada y agite por unos minutos.

13.1.2.2. Luego afore el balón hasta la marca de 1000 ml con agua destilada o desmineralizada.

13.1.3. Fenolftaleína 1% p/V

13.1.3.1. En un beacker de 50 ml. pese exactamente 2.5 gramos de fenolftaleína y disuelva con aproximadamente 40 ml de etanol absoluto.

13.1.3.2. Transfiera a un balón de 250 ml lave el beacker con pequeñas porciones de etanol y transfiera los lavados al balón, afore el balón a la marca de 250 ml. con etanol absoluto.

13.1.4. Etanol 99.9%

Alcohol etílico absoluto para análisis.

13.1.5. Hexano

Hexano absoluto para análisis

13.2. Marcha analítica para determinar contenido de vitamina “A” en azúcar

13.2.1. Homogenizar la muestra de azúcar mezclándola varias veces, después en un beacker de 100 ml aproximadamente 20 gramos de muestra, utilizando una balanza analítica con precisión de lectura en milésimas, registre el peso exacto a centésimas de gramo, disuelva la muestra con 60-70 ml de solución Hidróxido de sodio 0.1 N. Agite en un disco de agitación magnética hasta que todo el azúcar se disuelva completamente. Prepare un blanco de reactivos solamente con Hidróxido de sodio 0.1N y llévelo a través de los mismos pasos que la marcha de las muestras.

13.2.2. Incube la muestra en baño de agua a 50-60 °C por quince minutos, luego déjela a temperatura ambiente hasta que la solución se enfríe, agregue 2-3 gotas de Fenolftaleína al 1% p/V.

13.2.3. Transfiera cuantitativamente a un balón volumétrico de 100 ml, lave varias veces el vaso de precipitar con pequeñas porciones de agua destilada o desmineralizada y transfiera los lavados al balón. Afore hasta la marca de 100 ml con agua destilada o desmineralizada y mezcle.

13.2.4. Transfiera 2 ml de la solución preparada con anterioridad a cada uno de dos tubos de vidrio de 20 ml (con tapón esmerilado o de rosca) con el propósito de analizar cada solución en duplicado y agregue 2 ml de etanol absoluto a cada tubo. Mezcle en agitador tipo Vortex por 5 segundos.

13.2.5. Mida 3 ml de Hexano con una pipeta volumétrica y luego agréguelo cuidadosamente a cada uno de los tubos, tape cada tubo inmediatamente y agite con suficiente intensidad con el agitador tipo Vortex por treinta segundos, para asegurar la extracción completa del Retinol. Destape ligeramente los tubos para aliviar la presión del gas. La fase acuosa es de color fucsia, mientras que la fase orgánica (etérea) es incolora.

13.2.6. Con la mayor brevedad posible, transfiera con una pipeta Pasteur la solución de Hexano a una celda de Espectrofotómetro de 1 centímetro de paso de luz y lea su absorbancia a 325 nanómetros, antes de cada medición ajuste el cero del Espectrofotómetro con Hexano.

13.3. Fórmula para calcular contenido de vitamina “A” (Retinol mg/Kg)

$$\text{Retinol (mg/kg)} = \frac{\text{Abs.} \times 983.67}{P}$$

Donde

Abs = Absorbancia de la muestra
P = Peso exacto de la muestra
983.67= Factor constante

13.4. Análisis de varianza

Repeticiones	Tratamientos					
	AMBIENTAL	18°C	23°C	28°C	33°C	38°C
0	12.91	14.25	11.26	12.44	13.57	15.96
7	9.52	13.90	11.02	11.41	12.59	14.36
14	9.22	13.60	8.93	7.40	6.12	8.26
21	10.03	13.10	8.88	8.29	7.80	6.47
28	10.23	12.47	8.29	8.24	7.01	6.54
35	10.23	11.15	7.28	7.77	6.62	3.39
42	9.37	8.83	7.50	7.52	6.56	2.80
49	8.41	8.09	7.72	3.97	6.33	2.01
56	7.60	7.06	7.43	2.46	5.93	1.97
63	6.36	5.48	5.94	1.89	4.34	1.02
Σ	93.88	107.93	84.25	71.39	76.87	62.78
Σ ²	8813.45	11648.90	7098.06	5096.53	5909.00	3941.33

CV	GL	SC	CM	fc	Ft
TRAT	No. Trat - 1	$\Sigma(\Sigma\text{TRAT})^2 - FC$	SC TRAT	CM TRAT	VER
		No. BLOQ	GL TRAT	CM ERROR	TABLA
BLOQ	No. Bloq - 1	$\Sigma(\Sigma\text{BLOQ})^2 - FC$	SC BLOQ	CM BLOQ	VER
		No. TRAT	GL BLOQ	CM ERROR	TABLA
ERROR	GL TRAT x	SCTOT - SC TRAT -	SC ERROR		
	GL BLOQ	SC BLOQ	GL ERROR		
TOTAL	n - 1				

Ft ver Tabla Apéndice 14.1

CV	GL	SC	CM	fc	Ft
TRAT	5	132.252	26.4505	8.7042	2.43
BLOQ	9	444.0500	49.3389	16.2362	2.10
ERROR	45	136.7470	3.0388		
TOTAL	59	713.0490			

$$FC = \frac{(\Sigma\text{total})^2}{N} = \frac{247108}{60}$$

$$FC = 4118.4735$$

13.5. Prueba de Tuckey

$S_x = \sqrt{\text{Cuadrado de Medias del Error} / \# \text{ repeticiones}}$

$w = S_x \times T$ tabulada GL Error vrs No. Tratamientos (Ver tabla Apéndice 14.2)

	\bar{X}_5	\bar{X}_4	\bar{X}_3	\bar{X}_2	\bar{X}_1
\bar{X}_1	$\bar{X}_5 - \bar{X}_1$	$\bar{X}_4 - \bar{X}_1$	$\bar{X}_3 - \bar{X}_1$	$\bar{X}_2 - \bar{X}_1$	0
\bar{X}_2	$\bar{X}_5 - \bar{X}_2$	$\bar{X}_4 - \bar{X}_2$	$\bar{X}_3 - \bar{X}_2$	0	
\bar{X}_3	$\bar{X}_5 - \bar{X}_3$	$\bar{X}_4 - \bar{X}_3$	0		
\bar{X}_4	$\bar{X}_5 - \bar{X}_4$	0			
\bar{X}_5	0				

$$S_x = \sqrt{3.03882/10} = 0.5512$$

$$w = (0.5512)(4.21) = 2.32$$

	18° C	AMBIENTAL	23° C	33° C	28° C	38° C
	10.793	9.388	8.425	7.687	7.139	6.278
38° C	6.278	4.515	3.110	2.147	1.409	0.861
28° C	7.139	3.654	2.249	1.286	0.548	0
33° C	7.687	3.106	1.701	0.738	0	
23° C	8.425	2.368	0.963	0		
AMBIENTAL	9.388	1.405	0			
18° C	10.793	0				

El tratamiento a 18° C tiene diferencia significativa con todos los tratamientos menos con el de temperatura ambiental, dado que la diferencia es mayor que 2.32

13.6. Reglamento para la fortificación del azúcar con vitamina “a”

**MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y
ASISTENCIA SOCIAL
REGLAMENTO PARA LA FORTIFICACIÓN DEL AZÚCAR CON VITAMINA “A”
ACUERDO GUBERNATIVO No. 021-2000**

Guatemala, 7 de enero del 2000

El Presidente de la República,

CONSIDERANDO

De conformidad con el Decreto del Congreso de la República número 114-97, Ley del Organismo Ejecutivo, corresponde al Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social formular las políticas y hacer cumplir el régimen jurídico relativo a la salud preventiva; así como formular y dar seguimiento a las políticas y planes de salud pública.

CONSIDERANDO

Que de conformidad con la legislación vigente, es obligatorio el enriquecimiento y fortificación de los alimentos necesarios para suplir la ausencia o insuficiencia de nutrientes en la alimentación habitual de la población guatemalteca, especialmente con relación al azúcar que se consume en el país; y que para dicho propósito el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social debe emitir el reglamento respectivo.

CONSIDERANDO

Que por consiguiente, la fortificación del azúcar para consumo humano con vitamina A, resulta necesaria a fin de garantizar la salud de la población.

POR TANTO

En el ejercicio de las funciones que le asigna el artículo 183, inciso e) de la Constitución Política de la República de Guatemala, y el artículo 2 del Acuerdo Gubernativo No. 952-99 de fecha 30 de diciembre de 1999, emitido en Consejo de Ministros.

ACUERDA

Emitir el siguiente Reglamento para la fortificación del Azúcar con Vitamina A

CAPÍTULO I DE LAS DEFINICIONES

Artículo 1. Azúcar.

Para propósito de este Reglamento se entiende como azúcar el producto sólido cristalino, constituido principalmente por sacarosa.

Artículo 2. Azúcar Fortificada con Vitamina A.

Es el azúcar fortificada con vitamina A que contiene un mínimo de 5mg/kg de retinol durante toda su vida de comercialización.

Artículo 3. Azúcar no fortificada.

La azúcar no fortificada es el azúcar sin vitamina A, destina a ser fortificada localmente.

Artículo 4. Fortificador.

Es toda persona individual o jurídica que agregue localmente Vitamina A al azúcar importada o de producción nacional.

CAPÍTULO II CAMPO DE APLICACIÓN Y OBLIGATORIEDAD

Artículo 5. Del Campo de Aplicación.

Las disposiciones de este Reglamento se aplican a toda el azúcar que se consume en el país cualquiera sea su tipo, se ésta de producción nacional, importación comercial o donación.

Artículo 6. Obligatoriedad de la Fortificación.

El azúcar deberá estar fortificada con retinol de tipo hidrodispensable, con una estabilidad aceptable durante la vida de comercialización del azúcar y que no altere las propiedades organolépticas de la misma.

Artículo 7. Nivel de Fortificación.

El azúcar deberá ser fortificada a un nivel promedio de 15 miligramos de retinol por kilogramo de azúcar, con un intervalo de tolerancia de +/- 5mg/kg de azúcar con respecto al promedio.

Artículo 8. De la Licencia Sanitaria.

Toda persona individual o jurídica, que se dedique a la producción, importación, fraccionamiento o fortificación de azúcar, para operar, deberá tener la licencia sanitaria otorgada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

Artículo 9. Del Registro Sanitario.

El azúcar deberá contar con el registro sanitario correspondiente.

CAPÍTULO III

GARANTÍA Y CONTROL DE CALIDAD

Artículo 10. Responsabilidad de Productor, Importador Fraccionador o Fortificador.

El productor, importador, fraccionador o fortificador que distribuya azúcar es responsable de hacer el control de calidad para garantizar los niveles a que se refieren los artículos 2 y 7 de este Acuerdo.

Artículo 11. Importación de Azúcar no Fortificada.

Podrá importarse azúcar no fortificada para ser fortificada en el país y el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, dará las facilidades para que el importador tenga acceso al conocimiento técnico de cómo agregar la vitamina A en azúcar, así como la autorización de los lugares donde deberá cumplirse con dicho proceso.

Previamente a la liberación de la misma para su comercialización o distribución, el referido Ministerio verificará que el azúcar cumpla el requisito establecido en el artículo 7 anterior.

Artículo 12. Responsabilidades del Comerciante

El vendedor final debe velar porque el azúcar que comercializa tenga registro sanitario.

Artículo 13. Responsabilidad del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social es responsable de verificar el cumplimiento del presente Reglamento, así como ejercer labores de vigilancia del programa a nivel del consumidor.

CAPÍTULO IV ENVASADO Y PRESENTACIÓN

Artículo 14. Envasado.

El azúcar fortificada deberá envasarse y transportarse en recipientes que salvaguarden las cualidades originales, higiénicas, nutritivas y tecnológicas del producto.

Artículo 15. Del Etiquetado.

El etiquetado se ajustará a lo estipulado por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), referente al peso, número de registro, marca y dirección del productor, importador, fraccionador o fortificador. Debe contener además la designación de AZÚCAR FORTIFICADA CON VITAMINA A, y un ojo de color verde o rojo, que permita reconocer la condición de fortificada a quienes no sepan leer.

CAPÍTULO V SANCIONES

Artículo 16. Sanciones

Las infracciones al presente Reglamento se consideran infracciones contra la salud, y serán sancionadas de conformidad al Código Penal.

Artículo 17. Auditorias de Calidad.

En el caso de que un productor, importador, fraccionador o fortificador, esté en desacuerdo con alguna decisión tomada por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, con relación a actividades de inspección y monitoreo, tendrá el derecho de solicitar la realización de una auditoria de calidad con la participación del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP).

Artículo 18. Comercialización de Azúcar no Enriquecida

La comercialización del azúcar no enriquecida en Guatemala se considera ilícita y se impondrá a los responsables las sanciones máximas aplicables que establezca la ley.

CAPÍTULO VI

DISPOSICIONES FINALES Y TRANSITORIAS

Artículo 19. Casos no previstos.

Cualquier caso no previsto en este Reglamento, será resuelto por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social con la asesoría del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), de acuerdo al artículo 1 del Decreto número 44-92, Ley General de Enriquecimiento de Alimentos.

Artículo 20. Excepción

Se exceptúa de las disposiciones del presente acuerdo, lo dispuesto en el artículo 1 del Acuerdo Gubernativo número 952-99 de fecha 30 de diciembre de 1999.

14. Apéndices

14.1. Tabla con valores de F

Grados de libertad en el numerador

Grados de libertad en los tratamientos y bloques

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	15	20	24	30	40	60	120
1	161.00	200.00	216.00	225.00	230.00	234.00	237.00	239.00	241.00	242.00	244.00	246.00	248.00	249.00	250.00	251.00	252.00	253.00
2	18.50	19.00	19.20	19.20	19.30	19.30	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.40	19.50	19.50	19.50	19.50	19.50
3	10.10	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.18	2.09	2.02	1.96	1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35

Fuente: Merrington. 1943.

Grados de libertad en el denominador

Grados de libertad en el error

14.2. Tabla con valores T

Cuantiles de la distribución de Tukey $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	n														
m	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2	15.92	16.16	16.38	16.59	16.78	16.97	17.14	17.30	17.46	17.61	17.75	17.88	18.01	18.13	18.25
3	10.69	10.84	10.98	11.11	11.24	11.36	11.47	11.58	11.68	11.78	11.87	11.96	12.05	12.13	12.21
4	8.79	8.91	9.03	9.13	9.23	9.33	9.42	9.50	9.58	9.66	9.74	9.81	9.88	9.94	10.00
5	7.83	7.93	8.03	8.12	8.21	8.29	8.37	8.44	8.51	8.58	8.64	8.70	8.76	8.82	8.87
6	7.24	7.34	7.43	7.51	7.59	7.66	7.73	7.80	7.86	7.92	7.98	8.03	8.09	8.14	8.19
7	6.85	6.94	7.02	7.10	7.17	7.24	7.30	7.36	7.42	7.48	7.53	7.58	7.63	7.68	7.73
8	6.57	6.65	6.73	6.80	6.87	6.93	6.99	7.05	7.11	7.16	7.21	7.26	7.31	7.35	7.40
9	6.36	6.44	6.51	6.58	6.64	6.70	6.76	6.82	6.87	6.92	6.97	7.02	7.06	7.10	7.14
10	6.19	6.27	6.34	6.40	6.47	6.53	6.58	6.63	6.69	6.73	6.78	6.82	6.87	6.91	6.95
11	6.06	6.13	6.20	6.27	6.33	6.38	6.44	6.49	6.54	6.58	6.63	6.67	6.71	6.75	6.79
12	5.95	6.02	6.09	6.15	6.21	6.26	6.32	6.37	6.41	6.46	6.50	6.54	6.58	6.62	6.66
13	5.86	5.93	5.99	6.05	6.11	6.17	6.22	6.26	6.31	6.36	6.40	6.44	6.48	6.52	6.55
14	5.79	5.85	5.91	5.97	6.03	6.08	6.13	6.18	6.22	6.27	6.31	6.35	6.39	6.42	6.46
15	5.72	5.78	5.85	5.90	5.96	6.01	6.06	6.10	6.15	6.19	6.23	6.27	6.31	6.34	6.38
16	5.66	5.73	5.79	5.84	5.90	5.95	5.99	6.04	6.08	6.13	6.17	6.20	6.24	6.28	6.31
17	5.61	5.67	5.73	5.79	5.84	5.89	5.94	5.98	6.03	6.07	6.11	6.14	6.18	6.22	6.25
18	5.57	5.63	5.69	5.74	5.79	5.84	5.89	5.93	5.98	6.02	6.06	6.09	6.13	6.16	6.20
19	5.53	5.59	5.65	5.70	5.75	5.80	5.85	5.89	5.93	5.97	6.01	6.05	6.08	6.11	6.15
20	5.49	5.55	5.61	5.66	5.71	5.76	5.81	5.85	5.89	5.93	5.97	6.00	6.04	6.07	6.10
21	5.46	5.52	5.58	5.63	5.68	5.73	5.77	5.81	5.85	5.89	5.93	5.97	6.00	6.03	6.07
22	5.43	5.49	5.55	5.60	5.65	5.69	5.74	5.78	5.82	5.86	5.90	5.93	5.97	6.00	6.03
23	5.41	5.46	5.52	5.57	5.62	5.67	5.71	5.75	5.79	5.83	5.87	5.90	5.93	5.97	6.00
24	5.38	5.44	5.49	5.55	5.59	5.64	5.68	5.72	5.76	5.80	5.84	5.87	5.91	5.94	5.97
25	5.36	5.42	5.47	5.52	5.57	5.62	5.66	5.70	5.74	5.78	5.81	5.85	5.88	5.91	5.94
26	5.34	5.40	5.45	5.50	5.55	5.59	5.64	5.68	5.72	5.75	5.79	5.82	5.85	5.89	5.92
27	5.32	5.38	5.43	5.48	5.53	5.57	5.61	5.66	5.69	5.73	5.77	5.80	5.83	5.86	5.89
28	5.30	5.36	5.41	5.46	5.51	5.55	5.60	5.64	5.67	5.71	5.75	5.78	5.81	5.84	5.87
29	5.29	5.34	5.40	5.44	5.49	5.54	5.58	5.62	5.66	5.69	5.73	5.76	5.79	5.82	5.85
30	5.27	5.33	5.38	5.43	5.47	5.52	5.56	5.60	5.64	5.67	5.71	5.74	5.77	5.80	5.83
31	5.26	5.31	5.36	5.41	5.46	5.50	5.54	5.58	5.62	5.66	5.69	5.72	5.76	5.79	5.82
32	5.24	5.30	5.35	5.40	5.45	5.49	5.53	5.57	5.61	5.64	5.68	5.71	5.74	5.77	5.80
33	5.23	5.29	5.34	5.39	5.43	5.48	5.52	5.56	5.59	5.63	5.66	5.69	5.73	5.76	5.78
34	5.22	5.27	5.33	5.37	5.42	5.46	5.50	5.54	5.58	5.61	5.65	5.68	5.71	5.74	5.77
35	5.21	5.26	5.31	5.36	5.41	5.45	5.49	5.53	5.57	5.60	5.64	5.67	5.70	5.73	5.76
36	5.20	5.25	5.30	5.35	5.40	5.44	5.48	5.52	5.55	5.59	5.62	5.66	5.69	5.72	5.74
37	5.19	5.24	5.29	5.34	5.39	5.43	5.47	5.51	5.54	5.58	5.61	5.64	5.67	5.70	5.73
38	5.18	5.23	5.28	5.33	5.38	5.42	5.46	5.50	5.53	5.57	5.60	5.63	5.66	5.69	5.72
39	5.17	5.22	5.27	5.32	5.37	5.41	5.45	5.49	5.52	5.56	5.59	5.62	5.65	5.68	5.71
40	5.16	5.22	5.27	5.31	5.36	5.40	5.44	5.48	5.51	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67	5.70
41	5.15	5.21	5.26	5.30	5.35	5.39	5.43	5.47	5.50	5.54	5.57	5.60	5.63	5.66	5.69
42	5.15	5.20	5.25	5.30	5.34	5.38	5.42	5.46	5.50	5.53	5.56	5.59	5.62	5.65	5.68
43	5.14	5.19	5.24	5.29	5.33	5.37	5.41	5.45	5.49	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64	5.67
44	5.13	5.19	5.24	5.28	5.33	5.37	5.41	5.44	5.48	5.51	5.55	5.58	5.61	5.64	5.66
45	5.13	5.18	5.23	5.28	5.32	5.36	5.40	5.44	5.47	5.51	5.54	5.57	5.60	5.63	5.66
46	5.12	5.17	5.22	5.27	5.31	5.35	5.39	5.43	5.46	5.50	5.53	5.56	5.59	5.62	5.65
47	5.11	5.17	5.22	5.26	5.31	5.35	5.39	5.42	5.46	5.49	5.52	5.55	5.58	5.61	5.64
48	5.11	5.16	5.21	5.26	5.30	5.34	5.38	5.42	5.45	5.48	5.52	5.55	5.58	5.61	5.63
49	5.10	5.16	5.20	5.25	5.29	5.33	5.37	5.41	5.44	5.48	5.51	5.54	5.57	5.60	5.63
50	5.10	5.15	5.20	5.24	5.29	5.33	5.37	5.40	5.44	5.47	5.50	5.53	5.56	5.59	5.62

Fuente: Merrington. 1943.

14.3 Ficha Técnica de Modelo de Horno de Convección

Características generales:

- Cámara interna en acero inoxidable
- Convección natural
- Control de temperatura digital tipo PID
- Visualización de temperatura por medio de un display amplio y LED de alta luminosidad
- Resolución: 1
- Uniformidad de temperatura: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a 120°C
- Temperatura regulable
- Sensor Tipo PT100
- Temperatura máxima de usabilidad 220°C
- Sensibilidad $\pm 1^{\circ}\text{C}$
- Interruptor luminoso que indica la puesta en marcha
- Entrada superior para termómetro de verificación
- Parrillas cromadas (2) con ajuste en diferentes posiciones
- Estructura externa en Acero CR recubierta con pintura electrostática
- Alimentación 110V

Especificaciones técnicas

Modelo	Tipo de control	Capacidad	Rango de temperatura	Resolución	Dimensiones cámara útil (a*f*h)	Potencia
HRN-1001	PID	35 Lts	Ambiente +5°C a 220°C	1°C	36*36*28cm	1100 W
HRN-1002		70 Lts			35*40*54cm	1100W
HRN-1003		110 Lts			48*48*48cm	1100W

Fuente: Acequilabs.2012



15. Glosario

15.1. Absorción

Es la operación unitaria que consiste en la separación de uno o más componentes de una mezcla gaseosa con la ayuda de un solvente líquido con él, cual forma solución (un soluto A, o varios solutos, se absorben de la fase gaseosa y pasan a la líquida).

15.2. Agitador magnético

Un agitador magnético consiste de una pequeña barra magnética (llamada barra de agitación) la cual esta normalmente cubierta por una capa de plástico (usualmente Teflón) y una placa debajo de la cual se tiene un magneto rotatorio o una serie de electromagnetos dispuestos en forma circular a fin de crear un campo magnético rotatorio. Durante la operación de un agitador magnético típico, la barra magnética de agitación (también llamada pulga, frijol o bala magnética) es deslizada dentro de un contenedor ya sea un matraz o vaso de precipitados -de vidrio borosilicato preferentemente- conteniendo algún líquido para agitarle.

15.3. Antioxidante

Los antioxidantes son sustancias que protegen las células de los efectos de los radicales libres. Los radicales libres son moléculas producidas cuando el cuerpo degrada los alimentos o por la exposición ambiental al humo del tabaco y la radiación.

15.4. Bagazo

Es la fibra del tallo de la caña de azúcar después de haberle extraído el jugo de azúcar. En la industria se usa en la fabricación de papel, de aislante en la construcción, de fertilizante, como piensos de animales, para formar "lodos de perforación" en extracciones petrolíferas, y como relleno de plásticos o de asfalto.

15.5. Betacaroteno

El betacaroteno es uno de los carotenoides más activos de la provitamina-A, que en el organismo éste se encarga de transformarlo en vitamina A. Estos carotenoides son pigmentos de las plantas que tienen un color naranja (si es el de la zanahoria), color rojo (si es del pimiento rojo), amarilla (del albaricoque).

15.6. Cantalupo

Variedad de melón más consumida en el mundo, se caracteriza por su intenso color amarillo-naranja, constituye una fuente de betacarotenos, su aceptabilidad por los consumidores es amplia debido que sus características organolépticas le dan ventaja sobre las demás variedades de melón. La cascara posee estriado en forma de red, posee un exótico sabor azucarado, pulpa agradable al paladar, y color llamativo al consumidor.

15.7. Carotenoides

Los carotenoides son los responsables de la gran mayoría de los colores amarillos, anaranjados o rojos presentes en los alimentos vegetales, y también de los colores anaranjados de varios alimentos animales.

15.8. Difracción

Es un fenómeno característico de las ondas, éste se basa en el curvado y esparcido de las ondas cuando encuentran un obstáculo o al atravesar una rendija. La difracción ocurre en todo tipo de ondas, desde ondas sonoras, ondas en la superficie de un fluido y ondas electromagnéticas como la luz y las ondas de radio.

15.9. Disacárido

Es un tipo de glúcidos (carbohidratos) formados por la condensación (unión) de dos azúcares monosacáridos iguales o distintos mediante un enlace O-glucosídico (con pérdida de una molécula de agua), mono o dicarbonílico, que además puede ser α o β en función del -OH hemiacetal o hemicetal.

15.10. Enterocito

Los enterocitos son células epiteliales del intestino encargadas de absorber diversas moléculas alimenticias y transportarlas al interior del organismo. Se encuentran en el intestino delgado, intestino grueso y en el colon. Estas células tienen también una función secretora.

15.11. Etanol

El compuesto químico etanol, conocido como alcohol etílico, es un alcohol que se presenta en condiciones normales de presión y temperatura como un líquido incoloro e inflamable con un punto de ebullición de 78 °C.

15.12. Fenolftaleína

Es un indicador de pH que en soluciones ácidas permanece incoloro, pero en presencia de bases se torna rosa o violeta. Es un sólido blanco, inodoro que se forma principalmente por reacción del fenol, anhídrido ftálmico y ácido sulfúrico.

15.13. Fotometría

La Fotometría es la ciencia que se encarga de la medida de la luz, como el brillo percibido por el ojo humano. Es decir, estudia la capacidad que tiene la radiación electromagnética de estimular el sistema visual.

15.14. Fructosa

La fructosa, o levulosa, es una forma de azúcar encontrada en las frutas y en la miel. Es un monosacárido con la misma fórmula empírica que la glucosa pero con diferente estructura. Es una cetohehexosa (6 átomos de carbono). Su poder energético es de 4 kilocalorías por cada gramo. Su fórmula química es $C_6H_{12}O_6$. Todas las frutas naturales tienen cierta cantidad de fructosa (a menudo con glucosa), que puede ser extraída y concentrada para hacer un azúcar alternativo.

15.15. Hexano

El hexano o n-hexano es un hidrocarburo alifático alcano con seis átomos de

carbono. Su forma química es C_6H_{14} . El hexano es utilizado como disolvente para algunas pinturas y procesos químicos y para quitar etiquetas de precios ya que disuelve el pegamento con que se adhieren.

15.16. Hidrólisis

Significa destrucción, descomposición o alteración de una sustancia química por el agua. En el estudio de las soluciones acuosas de electrólitos, el término hidrólisis se aplica especialmente a las reacciones de los cationes (iones positivos) con el agua para producir una base débil, o bien, a las de los aniones (iones negativos) para producir un ácido débil. Entonces se dice que la sal de un ácido débil o de una base débil, o de ambos, de un ácido débil y una base débil, está hidrolizada. El grado de hidrólisis es la fracción del ion que reacciona con el agua. El término solvólisis se emplea para las reacciones de solutos con solventes en general.

15.17. Hipótesis

Es una proposición que establece relaciones, entre los hechos; para otros es una posible solución al problema; otros más sustentan que la hipótesis no es más otra cosa que una relación entre las variables, y por último, hay quienes afirman que es un método de comprobación.

15.18. Isotermas

La isoterma es una curva que une aquellos puntos que presentan las mismas temperaturas en una unidad de tiempo considerada. La isoterma es una herramienta que resulta fundamental a la hora de la medición de la temperatura de una zona determinada.

15.19. Maceración

La maceración es un proceso de extracción sólido-líquido. El producto sólido (materia prima) posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante que son los que se pretende extraer.

En general en la industria química se suele hablar de extracciones, mientras que cuando se trata de alimentos, hierbas y otros productos para consumo humano se emplea el término maceración. En este caso el agente extractante (la fase líquida) suele ser agua, pero también se emplean otros líquidos como vinagre, jugos, alcoholes o aceites aderezados con diversos ingredientes que modificarán las propiedades de extracción del medio líquido.

15.20. Microencapsulado

La microencapsulación es un proceso mediante el cual sustancias bioactivas de los alimentos se introducen en una matriz para impedir que se pierdan, para protegerlas de la reacción con otros compuestos o para frenar reacciones de oxidación a causa de la luz o del oxígeno. Constituye un medio de envasar, separar y almacenar materiales para su posterior liberación bajo condiciones controladas. Esta tecnología aporta, en el ámbito alimentario, productos con mejores características sensoriales y nutricionales.

15.21. Pipetas serológicas

Las pipetas serológicas se utilizan para tomar muestras de suero para análisis y se diferencian de las demás porque tienen capacidades muy pequeñas suelen llamarse micropipetas.

15.22. Polímeros

Los polímeros son sustancias formadas por una cantidad finita de moléculas que le confieren un alto peso molecular que es una característica representativa de esta familia de compuestos orgánicos.

15.23. Premezcla

Es una mezcla de uno o más microingredientes que normalmente se requieren e incluyen en pequeñas cantidades (miligramos, microgramos o partes por millón). El objetivo es aportar agregados nutricionales (vitaminas, minerales traza, aminoácidos sintéticos, etc.), medicamentos, promotores de crecimiento u otros aditivos no-nutritivos, en cantidades que satisfacen los requerimientos para animales de alta genética.

15.24. Reacción de Maillard

La reacción de Maillard es un complejo conjunto de reacciones químicas producidas entre las proteínas y azúcares presentes en los alimentos cuando éstos se calientan, técnicamente la reacción de Maillard es la *glicación no enzimática de las proteínas*, es decir, una modificación proteínica que se produce por el cambio químico de los aminoácidos que las constituyen. Se define también como una especie de caramelización de los alimentos.

La reacción empieza a baja temperatura, unos 30-40°C (aunque no se aprecia visualmente hasta que llega a los 130°C) cuando una molécula del grupo carbonilo y uno del grupo amino (un aminoácido) reaccionan y se forman unas nuevas estructuras inestables que seguirán reaccionando con las moléculas de su alrededor formando así nuevas moléculas que conferirán al producto el característico color y olor.

15.25. Retinol

La vitamina A o retinol es una vitamina liposoluble; ayuda a la formación y mantenimiento de dientes sanos y tejidos blandos y óseos, de las membranas mucosas y de la piel. La vitamina A es un nutriente esencial para el ser humano. Se conoce también como retinol, ya que genera pigmentos necesarios para el funcionamiento de la retina o también como un ácido (ácido retinoico). Desempeña un papel importante en el desarrollo de una buena visión, especialmente ante la luz tenue. También se puede requerir para la reproducción y la lactancia. El β -caroteno, que tiene propiedades antioxidantes, es un precursor de la vitamina A.

15.26. Rotavapor

El Rotavapor, o Rotavap, es un aparato que se utiliza en los laboratorios químicos para evaporar solventes. Los principales componentes de un rotavapor son:

-un sistema de vacío que consiste en una bomba de vacío y un controlador

-un recipiente para evaporación, que rota, el cual puede calentarse en un baño caliente

-un condensador con un recipiente colector.

El sistema trabaja porque con el vacío disminuye la presión y por lo tanto disminuye el punto de ebullición del solvente que se desea evaporar. Esto permite que el solvente sea removido sin la necesidad de aplicar calor excesivo al sistema.