

TRABAJO PROFESIONAL

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO BIOQUÍMICO

QUE PRESENTA:

JOSÉ ANIBAL ZEPEDA GÓMEZ

CON EL TEMA:

“PROTOCOLO DE VALIDACIÓN EN EL COMPARATIVO DE UNIDADES ICUMSA CON RESPECTO A LAS UNIDADES NEFELOMETRICAS (NTU) APLICADA A LA TURBIDEZ DE LOS EDULCORANTES NUTRITIVOS”

MEDIANTE:

**OPCION X
(MEMORIA DE RESIDENCIA PROFESIONAL)**

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS

DICIEMBRE 2013

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Localización de la empresa.....	5
Figura 2. Coca Cola FEMSA en Latinoamérica.....	6
Figura 3. Valores de la empresa.....	7
Figura 4. Estructura molecular de la sacarosa.....	10
Figura 5. Estructura molecular de la fructosa.....	12
Figura 6. Almacén de azúcar refinada	19
Figura 7. Diagrama de flujo de recepción y muestreo de azúcar refinada.....	21
Figura 8. Silos de fructosa55.....	22
Figura 9. Pipa de fructosa 55.....	23
Figura 10. Diagrama de flujo de recepción y muestreo de fructosa 55.....	25
Figura 11. Diagrama de flujo en la aplicación del método estándar SM-PR-485 en azúcar refinada	28
Figura 12. Diagrama de flujo en la aplicación del método estándar SM-PR-485 en fructosa 55.....	29
Figura 13. Diagrama de flujo de los métodos ICUMSA gs2/3-10 y gs2/3-18(2007) aplicados a la azúcar refinada.....	36
Figura 14. Diagrama de flujo de los métodos ICUMSA gs2/3-10 y gs2/3-18 (2007) aplicados a la Fructosa.....	38
Figura 15. Comportamiento de color UI en la azúcar refinada.....	45
Figura 16. Comportamiento de la turbidez UI en el azúcar Refinada.....	46
Figura 17. Histograma de color UI.....	47
Figura 18. Grafico de control de color UI.....	48
Figura 19. Histograma de turbidez.....	49
Figura 20. Grafico de control de turbidez UI.....	50
Figura 21. Comportamiento de color UI en fructosa.....	59
Figura 22. Comportamiento de la turbidez UI en fructosa.....	60
Figura 23. Comportamiento de la turbidez en unidades NTU de la fructosa.....	61

Figura 24. Histograma de color UI.....	65
Figura 25. Grafica de control del color UI.....	66
Figura 26. Histograma de turbidez UI.....	67
Figura 27. Histograma 2 de turbidez UI.....	68
Figura 28. Gráfico de control de turbidez UI.....	69

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Análisis fisicoquímicos y organolépticos por lote muestreado.....	20
Tabla 2. Análisis fisicoquímicos y organolépticos por lote muestreado de jarabe de maíz de alta fructosa 55.....	24
Tabla 3. Referencia (RDS).....	32
Tabla 4. Tabla de propiedades fisicoquímicas del azúcar refinada del mes de julio.....	41
Tabla 5. Tabla de propiedades fisicoquímicas de la azúcar refinada del mes de Agosto.....	42
Tabla 6. Tabla de propiedades fisicoquímicas de la azúcar refinada del mes de Septiembre.....	43
Tabla 7. Tabla de propiedades fisicoquímicas del azúcar refinada del mes de Octubre.....	44
Tabla 8. Tratamiento Estadístico de color y turbidez en UI del azúcar refinada.....	47
Tabla 9. Tabla porcentaje de remoción de color UI en azúcar refinada.....	52
Tabla 10. Porcentaje de remoción de color UI en azúcar refinada.....	52
Tabla 11. Porcentaje de remoción de color UI en azúcar refinada.....	53
Tabla 12. Porcentaje de remoción de color UI en azúcar refinada.....	53
Tabla 13. Tabla de propiedades fisicoquímicas de la fructosa 55 del mes de julio de propiedades fisicoquímicas de la fructosa 55 del mes de julio.....	55
Tabla 14. Tabla de propiedades fisicoquímicas de la fructosa 55 del mes de Agosto.....	56
Tabla 15. Tabla de propiedades fisicoquímicas de la fructosa 55 del mes de Septiembre.....	57

Tabla 16. Tabla de propiedades fisicoquímicas de la fructosa 55 del mes de Octubre.....	58
Tabla 17. Tabla comparativa de unidades UI y NTU de la turbidez aplicada a los edulcorantes.....	62
Tabla 18. Tabla comparativa de los métodos ICUMSA y el método Estándar en relación al tiempo para la determinación de la Turbidez de los edulcorantes.....	63
Tabla 19. Tratamiento Estadístico de color, turbidez en UI y turbidez en NTU....	64
Tabla 20. Tabla de porcentaje de remoción de color UI y turbidez NTU de la fructosa 55.....	72
Tabla 21. Tabla de porcentaje de remoción de color UI y Turbidez NTU de la fructosa 55.....	72
Tabla 22. Tabla de porcentaje de remoción de color UI y turbidez NTU de la fructosa 55.....	73
Tabla 23. Tabla de porcentaje de remoción de color UI y turbidez NTU de la fructosa 55.....	74

RESUMEN

En la actualidad las especificaciones para las materias primas necesarias para poder dar calidad al consumidor a través de las bebidas carbonatadas, es de suma importancia principalmente por el hecho de que son de origen natural y requieren de un almacenamiento correcto y controlado. Las comisiones internacionales implementan nuevos métodos de determinación fisicoquímicas en algunos de los edulcorantes mas usados en la industria alimentaria, los métodos ICUMSA (Comisión Internacional para los Métodos Uniformes de Análisis de Azúcar) son especificaciones internacionales que debe cumplir un edulcorante nutritivo para ser usado en la industria alimentaria, aportando credibilidad y confianza al consumidor de bebidas carbonatadas y no carbonatadas en aquella industria que los implementen. En este trabajo se desarrollo la metodología de los nuevos métodos ICUMSA mediante unidades (UI) dejando atrás a las unidades nefelometricas usadas en la determinación de turbidez de una solución, la determinación consistió en la obtención de color y turbidez mediante pruebas fisicoquímicas en el azúcar refinada y jarabe de alta fructosa 55. Los datos obtenidos fueron tratados e interpretados con ayuda de la estadística descriptiva, dejando ver la diferencia entre un método convencional como son los métodos estándar con respecto a los métodos ICUMSA.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En México se consumen 152 litros per cápita de refrescos anualmente, lo que ha llevado a nuestro país al segundo lugar en consumo de bebidas carbonatadas en el mundo, tan solo un peldaño por debajo de estados unidos, por tanto, el comercio de la industria refresquera crece cada día más. La mayor parte de su éxito es debido a la calidad que se maneja en sus productos, ya que se cuida cada detalle de su producción y puntos críticos en el proceso, desde la materia prima hasta cuando es consumido su producto. El control de calidad debe estar presente en la industria refresquera para mantener una producción homogénea e incluso mejoría según los requerimientos de la sociedad, ya que existe gran competencia y los clientes deben seguir consumiendo los productos a un precio accesible pero sin comprometer la calidad.

Los edulcorantes nutritivos son un ingrediente crítico en la elaboración de bebidas carbonatadas y su uso debe ser controlado adecuadamente. Parámetros fuera de especificación provocan afectaciones importantes en su percepción sensorial. Algunos motivos por la que estos edulcorantes se tratan con sumo cuidado es que propician formaciones anómalas dentro de la bebida final como; formaciones de anillo, nube y sedimento., Provocados por sus propiedades fisicoquímicas de los propios edulcorantes nutritivos, como lo es el color y la turbidez. Los estándares de calidad son lineamientos que definen el uso, especificaciones y determinaciones de cada ingrediente utilizado en la elaboración de un producto alimenticio con calidad. Estos estándares son regidos por comisiones gubernamentales e internacionales que regulan y controlan los parámetros de calidad de los diferentes edulcorantes nutritivos utilizados en la industria alimentaria. Las comisiones internacionales son las más demandantes y son las encargadas de implementar los nuevos estándares de calidad y procedimientos en las determinaciones de los edulcorantes, para garantizar y asegurar que las propiedades fisicoquímicas, organolépticas y sensoriales de estos, no puedan influir en la apariencia, sabor y olor en la mezcla del jarabe simple (agua-edulcorantes), para su utilización en la elaboración del jarabe final (jarabe simple-concentrado) y que son las características por las que el consumidor evalúan la calidad las bebidas.

En este trabajo se realizó el protocolo de validación de unidades ICUMSA (UI) en la determinación de turbidez y color a partir de la azúcar refinada y jarabe de maíz de alta fructosa 55, con la aplicación del método ICUMSA GS2/3-18 (2007), los datos obtenidos fueron tratados e interpretados con ayuda de la estadística descriptiva, la cual permitió demostrar, que los datos obtenidos están por debajo

de las especificaciones de este método, permitiendo a la vez una carta de autorización de Coca-Cola Company la cual ayudo en la disminución de la frecuencia con la que se hacían estas pruebas, cumpliéndose con el objetivo de este trabajo.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad existen comisiones internacionales que regulan y controlan las especificaciones de cada uno de los edulcorantes nutritivos y no nutritivos utilizados en la industria alimentaria. Una de las comisiones internacionales más grandes en el mundo es ICUMSA (Comisión Internacional para los Métodos Uniformes de Análisis de Azúcar). ICUMSA es la única organización internacional acreditada únicamente con métodos analíticos para la industria de azúcar. ICUMSA métodos son reconocidos por autoridades como la comisión del código alimentarius , el OIML, Unión Europea, y el código de productos químicos de alimentos de los Estados Unidos (ICUMSA, 2010).

Coca-Cola Femsa S.A.B de C.V es el embotellador más grande de Coca-Cola a nivel mundial, en términos de volúmenes de ventas, entrega más de 2.5 mil millones de cajas/unidades por año, con operaciones en México, Centro y Sudamérica (El Financiero 2012). Se dedica a la elaboración de bebidas carbonatadas y no carbonatadas, la cual trabaja bajo la licencia de Coca-Cola Company la cual audita, supervisa y emite los estándares de calidad con la que sus marcas deben cumplir, como son especificaciones, determinaciones y manejos de cada una de ellas (SCL-PR- AC- 052) (ISBT, 2011). Los edulcorantes son un ingrediente crítico en los productos de Coca-Cola Company, su uso debe ser controlado adecuadamente, esto se debe a que los edulcorantes afectan de manera importante la percepción sensorial de cada bebida, como es la apariencia, el color y el sabor. Las diferentes bebidas que se elaboran se clasifican en base a su composición, como son; pungentes, no pungentes, aliados y microsensibles, por lo que determinaciones fuera de especificación en los parámetros de calidad de los edulcorantes nutritivos podrían ocasionar vulnerabilidad en dichas composiciones de las bebidas, de esta manera no se aseguraría la calidad total de cada producto The Coca-Cola Company.

Por lo anterior, los métodos ICUMSA son necesarios y se deben implementar en Coca-Cola FEMSA Planta San Cristóbal de las Casas Chiapas, para la determinación de Turbidez y Color en unidades ICUMSA (UI) de los edulcorantes utilizados como materia prima en la elaboración de bebidas carbonatadas.

OBJETIVOS

Objetivo General

Implementar los métodos ICUMSA, para la determinación de Color y Turbidez en los edulcorantes Nutritivos.

Objetivo específicos

- I. Determinar si existe una equivalencia o parámetro estándar que permita tener una correlación entre las dos unidades de turbidez (ICUMSA Y NTU).
- II. Evaluar e identificar la técnica más eficiente para la determinación de turbidez y color en la etapa de recepción de materia prima (edulcorantes nutritivos).
- III. Evaluar e Identificar los resultados mediante el uso de la estadística descriptiva, histogramas, desviación estándar y traza control.
- IV. Determinar el porcentaje de remoción de color (UI) y turbidez (NTU) después de la filtración.

1. CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA Y ÁREA EN QUE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Coca-Cola FEMSA se constituyó el 30 de octubre del 1991 como una sociedad anónima de capital variable, de conformidad con las leyes mexicanas y con una duración de 99 años desde su constitución. A partir del 5 de diciembre del 2006 de conformidad con las modificaciones de la Ley del Mercado de Valores, se convirtió en una sociedad anónima bursátil de capital variable.

La denominación social es Coca-Cola FEMSA, S.A.B. de C.V. Las oficinas corporativas están ubicadas en Guillermo González Camarena No. 600, Col. Centro de Ciudad Santa Fé, Delegación Álvaro Obregón, México, D.F., 01210, México. Coca-Cola FEMSA es una subsidiaria de FEMSA, la cual también es dueña de la segunda cervecería más grande de México y la cadena de tiendas de conveniencia más grande en México.

En 1979, una subsidiaria de FEMSA adquirió algunas embotelladoras de refrescos que actualmente forman parte de la compañía. En ese momento, las embotelladoras adquiridas tenían 13 centros de distribución que operaban 701 rutas de distribución y la capacidad de producción de las subsidiarias adquiridas era de 83 millones de cajas. En 1991, FEMSA transfirió las acciones de las embotelladoras a FEMSA Refrescos, S.A. de C.V., la compañía predecesora de Coca-Cola FEMSA S.A.B. de C.V.

1.2 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Las instalaciones de la empresa se encuentran ubicadas en Periférico Nor-Poniente No. 89, Explanada de San Felipe Ecatepec, C.P. 29260, San Cristóbal de las Casas, Chiapas. Este lugar cumple con los requerimientos de la empresa debido a su fácil acceso ya que se encuentra a 700 metros de la carretera Federal y cuenta con todos los servicios necesarios para las operaciones de la empresa.

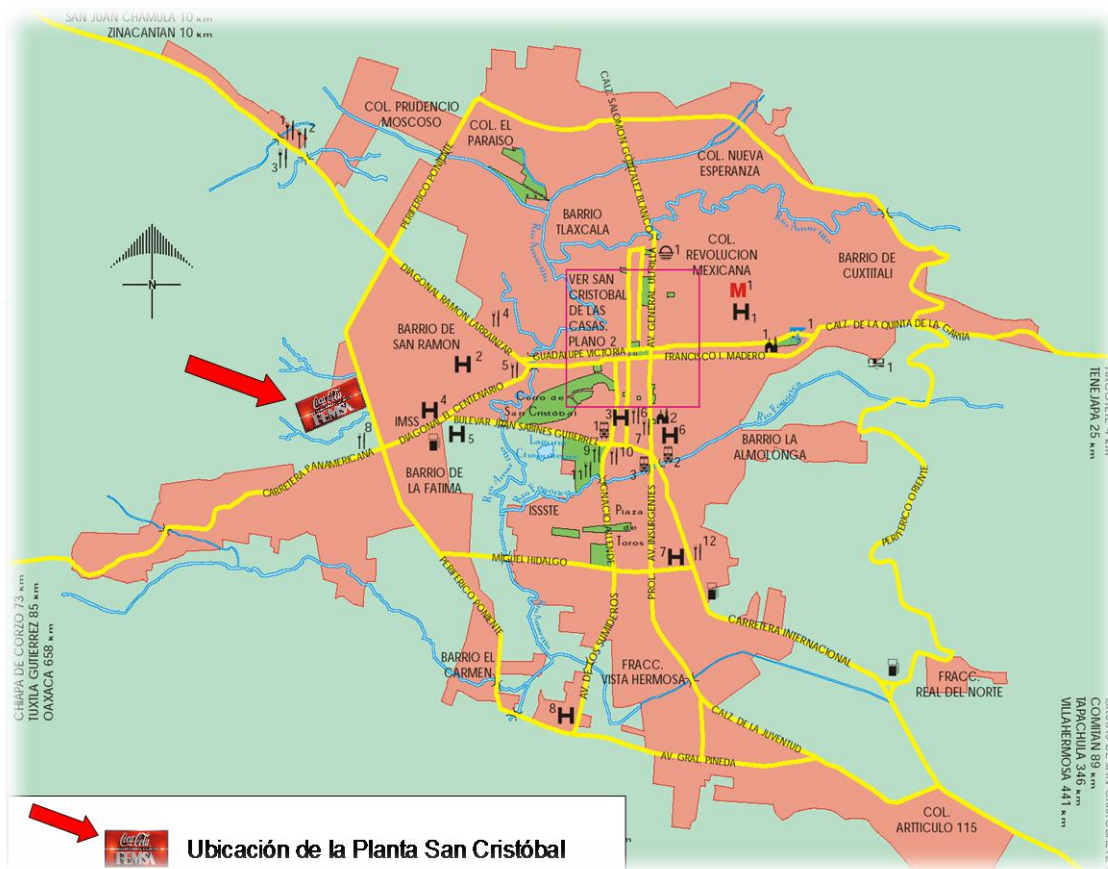


Figura 1. Localización de la empresa

1.3 CARACTERIZACIÓN DE LA EMPRESA

Fomento Económico Mexicano, S.A de C.V (FEMSA), es una empresa cuya historia tiene más de un siglo, caracterizada por su contribución al desarrollo de la economía de nuestro país y actualmente es considerada como el grupo de bebidas más grande de América Latina.

FEMSA se ha definido como una empresa de bebidas, es por ello que sus negocios clave están constituidos por las subsidiarias FEMSA Cerveza y Coca-Cola FEMSA.



Figura 2. COCA COLA FEMSA en Latinoamérica.

Coca-Cola FEMSA es la mayor empresa del sistema Coca-Cola fuera de Estados Unidos con operación en 9 países.

- Coca-Cola FEMSA es el segundo embotellador más grande de Coca Cola en el mundo.
- Es el fabricante del 40% de Coca Cola que se consume en América Latina.
- Elabora 5 de cada 10 Coca Colas que se consumen en México.

1.4 MISIÓN

Satisfacer y agradar con excelencia al consumidor de bebidas.

1.5 VISIÓN

Ser el mejor embotellador del mundo, reconocido por su excelencia operativa y la calidad de su gente.

1.6 VALORES DE LA EMPRESA

- Pasión por el servicio y enfoque al cliente/consumidor
- Innovación y creatividad
- Calidad y Productividad
- Honestidad, Integridad y Austeridad
- Respeto, Desarrollo Integral y Excelencia del Personal



Figura 3. Valores de la empresa

1.7 ÁREA EN QUE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO

El proyecto con nombre “Protocolo de Validación en el comparativo de Unidades ICUMSA con respecto a las Unidades Nefelométricas (NTU) aplicadas a la turbidez de edulcorantes nutritivos” se realizó dentro del laboratorio de calidad de Coca-Cola FEMSA, Planta San Cristóbal de las Casas.

PROBLEMAS A RESOLVER

- I. Implementar los métodos ICUMSA GS2/3-10 y el GS2/3-18 para la determinación de unidades ICUMSA.
- II. Validar las unidades ICUMSA de color y turbidez en azúcar refinada y jarabe de maíz de alta fructosa 55.
- III. Determinar si existe una correlación entre las unidades ICUMSA vs NTU aplicadas a la turbidez de los edulcorantes nutritivos.
- IV. Comprobar mediante pruebas, la técnica más eficiente para la determinación de turbidez y color en la etapa de recepción de materia prima (edulcorantes nutritivos).

ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES

Se logró validar las unidades ICUMSA (UI) en las determinaciones de turbidez y Color en azúcar refinada y jarabe de maíz de alta fructosa 55, edulcorantes nutritivos utilizados en la elaboración de productos de Coca-Cola Company., Aplicando los métodos ICUMSA GS2/3-10 (2007) y ICUMSA GS2/3-18 (2007), mediante el uso de la estadística descriptiva se logró una mejor interpretación de los resultados obtenidos y su comparación con las unidades nefelométricas aplicadas en la turbidez de los mismos, así como el porcentaje de remoción antes y después de su filtración.

LIMITACIONES

Los métodos ICUMSA solo se emplean en la determinación de turbidez en soluciones de azúcar blanco o jarabes muy puros cuyo color no supere los 50 UI. La aplicación de estos métodos genera un tiempo mayor en la obtención de los resultados en comparación con el método estándar SM-PR-485, aunado con el costo de los equipos y materiales utilizados para la realización de estas pruebas.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 ¿QUE ES UN EDULCORANTE NUTRITIVO?

Los edulcorantes son sustancias químicas, capaces de proporcionar sabor dulce y tener un efecto conservador al producto alimenticio que lo contiene, además de que su consumo aporta energía, por lo que se denominan edulcorantes nutritivos (Gil A., 2010). De igual forma son llamados aditivos edulcorantes, debido a la adición de estos, en alguna parte del proceso de elaboración del alimento, propiciando una mejora en la conservabilidad, el aumento del valor nutritivo, conferir o mejorar alguna propiedad funcional, facilitar el procesado e incrementar la aceptación del consumidor (R. Fennema Owen, 1993). Los edulcorantes pueden ser; naturales, compuestos o sintéticos (Cubero, Monferrer y Villalta, 2002).

2.1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS EDULCORANTES

Los edulcorantes se clasifican en dos categorías: en función de su origen (naturales, sintéticos y biotecnológicos) o bien en función de su aporte calórico (nutritivos y no nutritivos) (ver anexo "A"). Los edulcorantes naturales son aquellos que son extraídos de una materia prima, por ejemplo: frutas, miel, verduras y leche., los sintéticos son obtenidos por un proceso de síntesis química y los biotecnológicos obtenidos mediante un proceso enzimático y fermentativo. Los edulcorantes nutritivos son aquellos que aportan un contenido calórico alto, por ejemplo: la sacarosa y la fructosa. Los no nutritivos son los que tienen un aporte calórico nulo con referencia a la sacarosa, por ejemplo: el aspartame y la sacarina (Garibay, Quintero y Munguía, 2004).

2.1.2 CARACTERÍSTICAS DE UN BUEN EDULCORANTE

No solo es necesario la aportación de un sabor dulce para que se considere a una sustancia como edulcorante nutritivo. Debe reunir una serie de requisitos importantes para la aplicación técnico-alimentaria entre los que se encuentran: alta solubilidad, estabilidad de temperatura y pH, sabor dulce lo más puro posible (sin sabores secundarios o residuales), que tenga un poder edulcorante (P.E) superior al de la sacarosa para así a menor cantidad conseguir iguales resultados que los que ofrece la sacarosa, con un beneficio económico y que sea inocuo (Cubero, Monferrer y Villalta, 2002).

También tienen funciones estructurales y de imagen, según el alimento en el que se aplique, ya que aumenta la viscosidad del medio, aportando volumen y textura, y da lugar a reacciones de caramelización que genera colores deseados en algunos alimentos.

Existe un término utilizado para tener una referencia comparativa de dulzor de los edulcorantes respecto a la sacarosa. Equivale a los gramos de sacarosa que hay que disolver en agua, para obtener un líquido con igual sabor que la disolución de 1 gramo de edulcorante artificial en el mismo volumen. A este valor se le llama poder edulcorante (P.E) (Cubero, Monferrer y Villalta, 2002).

2.2 SACAROSA (AZÚCAR)

Con el nombre de azúcar (sacarosa) se designa exclusivamente el producto obtenido industrialmente de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris L. var. Rapa*) o de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum, L.*) (Rivera y Simón, 2008). Este disacárido es dextrógira (gira a la derecha +66,5° el plano de la luz polarizada) esta integrado por una molécula de fructosa y otra de glucosa (*O-β-D-fructofuranosa [2-1]-α-D-glucopiranosida*), unidas mediante enlace glucosídico no posee grupos carbonilo libre por lo que carece de poder reductor, a no ser que previamente sea hidrolizado en sus componentes, cuya fórmula molecular es $C_{12}H_{22}O_{11}$ y peso molecular de 342.30 g. Se encuentra ampliamente distribuida en los alimentos vegetales y frutas como; manzanas (4%), uvas (2%), patatas (3%) y guisantes (19%). Esta presente en un 15 % del peso de la remolacha azucarera y un 20 % del peso en la caña de azúcar, de la que se obtiene la azúcar de mesa. Es el edulcorante más utilizado en el mundo, bien como azúcar de mesa o bien adicionado a bebidas (Gil Ángel, 2010). Su poder edulcorante se toma como la unidad y sirve de referencia para el resto de los edulcorantes (Boatella, Codony & López, 2004) (ver anexo "B"). La sacarosa tiene un grado de solubilidad muy alto, una gran capacidad de hidratación y es menos higroscópica que la Fructosa, todas estas características hacen de la sacarosa un edulcorante nutritivo por excelencia (Badui D., 1999).

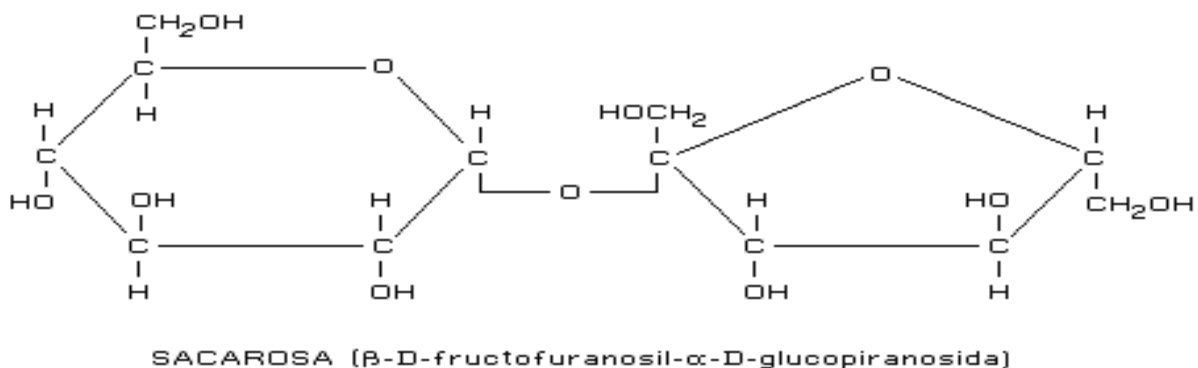


Figura 4. Estructura molecular de la sacarosa

Este azúcar es comercializado bajo muy diferentes denominaciones en función de su pureza, tamaño y forma de grano, tipo de presentación o estado. En estado cristalino y según su grado de refinado y pureza y se diferencian los tres siguientes tipos de azúcar:

- Azúcar semiblanco (95% de sacarosa)
- Azúcar o azúcar blanco (99,5% de sacarosa)
- Azúcar blanco refinado o azúcar extrablanco. (99,8-99,9 de sacarosa)

Aunque su presentación en estado cristalino es la mas ampliamente utilizada en el mercado, también se encuentran soluciones de sacarosa, bien como tal azúcar líquido o bien como azúcar líquido invertido o jarabe de azúcar invertido. Este calificativo invertido deriva del cambio en la desviación de la luz polarizada que se produce cuando se hidroliza la sacarosa. Pero éste no es el cambio más interesante cuando por acción de ácidos o enzimas el disacárido sacarosa se rompe en sus monosacáridos, glucosa y fructosa: el azúcar invertido posee mayor poder edulcorante, resulta más soluble y reduce la velocidad de su cristalización, ventajas que son utilizadas por la industria en multitud de aplicaciones. (Rivera y Simón, 2008).

2.2.1 AZÚCAR REFINADA

La azúcar refinada resulta de la obtención por refinación de un azúcar crudo o cristales de azúcar, procediéndose a una nueva cristalización (ver anexo "C"), este azúcar final es el mas puro con un contenido de sacarosa del 99,9 % y debe poseer las mismas características que el azúcar blanco, pero con una coloración más blanca, al disolverlo en agua, da una disolución limpia y de reacción neutra.

2.3 FRUCTOSA

La D-fructosa o levulosa es un monosacárido levo-rotatorio (gira a la izquierda la luz polarizada), cuya formula molecular es $C_6H_{12}O_6$, peso molecular de 180.16 g, su poder energético es de 4 Kilocalorías por cada gramo. La fructosa se encuentra de forma natural en muchos productos como la miel (40.5%), en frutas como; uvas (6.5%), plátano (5.9%), manzanas (6%), verduras y hortalizas (Gil A., 2010). La fructosa es el azúcar más soluble y dulce de los azúcares naturales; soluciones acuosas entre 5 y 15%, a temperatura ambiente, son 1.15-1.25 veces más dulce que la sacarosa, gracias a su alto poder edulcorante sin formación de cristales y poder humectante (Gil A., 2010).

Este monosacárido utiliza como sustitutivo del azúcar debido a que se absorbe más lentamente y es degradado por un mecanismo independiente de la insulina, por lo que es muy utilizado en dietas para diabéticos. Además tiene un aporte menor de calorías que el azúcar común por lo que lo hace óptimo como producto dietético.

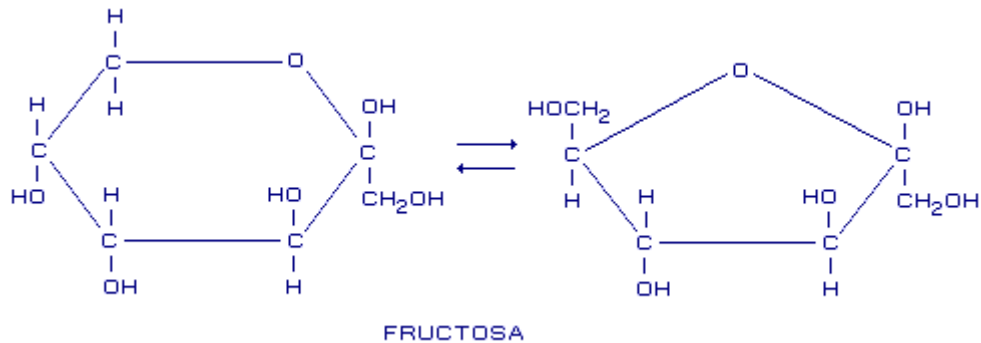


Figura 5. Estructura molecular de la fructosa

Por su calidad de azúcares se tiene la idea general de que los mono y disacáridos tienen sabor dulce. Sin embargo, tal como se indica en la tabla, el grado de dulzor varía considerablemente entre los distintos glúcidos. Cuando se compara el poder edulcorante de los azúcares reseñados con el de la sacarosa (valor de referencia de 100), el monosacárido fructosa resulta ser el azúcar más dulce. Por este motivo, la fructosa es, frecuentemente, el azúcar de elección en la industria de alimentos.

2.3.1 ALMIDÓN MATERIA PRIMA EN LA OBTENCIÓN DE JARABE DE MAIZ DE ALTA FRUCTOSA

El almidón proporciona la fuente principal de energía en la dieta del hombre. Casi en todas partes del mundo, además que se le ha dado un gran número de usos industriales. Después de la celulosa, es probable el polisacárido más abundante e importante desde el punto comercial. Se encuentra en una gran variedad de alimentos como son cereales, tubérculos y en algunas frutas como polisacárido de reserva energética. Su concentración varía según el estado de madurez de la fuente, en estado verde o inmaduro, el almidón constituye la mayor fracción de los hidratos de carbono, ya que los azúcares son muy escasos; una vez que madura, el polisacárido se hidroliza por la acción de las amilasas, y mediante otros sistemas enzimáticos se sintetizan la sacarosa y la fructosa que se encuentran cuando llega a la plena maduración (Badui D., 2006).

El maíz es la fuente más abundante de almidón de la que se dispone actualmente en el mundo. El almidón juega un papel muy importante como energético renovable y de alta disponibilidad a través de procesos biotecnológicos. El 75% de almidón producido en el mundo proviene del maíz, el 25% restante estando distribuido entre la papa, el trigo, la yuca y el arroz en el mismo orden de importancia. El mundo produce alrededor de 16 millones de toneladas de almidón de maíz, de las cuales 9 millones se producen en Estados Unidos el mayor productor a nivel mundial y el consumo anual por persona es de 16 lb (en aumento). El 70% del almidón producido se emplea en la producción de jarabe de maíz de alta fructosa, a través de procesos enzimáticos, edulcorante utilizado en la industria alimentaria.

2.3.2 JARABE DE MAÍZ DE ALTA FRUCTOSA 42 Y 55

La composición de los jarabes de maíz es variable en función de los diferentes usos y de su papel edulcorante. Por hidrólisis e isomerización del maíz con diferentes enzimas, los jarabes resultantes pueden ser muy ricos en D-glucosa, maltosa o dextrinas. Cuando ciertos jarabes de maíz se mezclan con grandes cantidades de jarabe de sacarosa poseen un sabor dulce muy superior al que se pudiera suponer propio e los azúcares de la mezcla considerados por separado (Fennema R., 1982).

En 1987 aparecieron en el mercado los jarabes con 55% de fructosa. Son éstos los que presentan un poder edulcorante equivalente al de la sacarosa y son obtenidos a partir de los jarabes 42% de sacarosa a través de un proceso de intercambio iónico en resinas catiónicas fuertemente acidas en forma de sal de calcio. Así se obtiene una purificación de la fructosa y jarabe de tercera generación se obtienen los de 55% de fructosa, empleados por la industria refresquera en lugar de sacarosa (en Estados Unidos y Japón) (ver anexo "D"). Se producen diferentes tipos de Jarabes de alta fructosa como son la 55 y 42 utilizadas ampliamente en la industria alimentaria. El jarabe de alta fructosa 55 es un jarabe de maíz producido por hidrolisis e isomerización del almidón de maíz, a través de un proceso de conversión enzimática (ver anexo "E" y "F"), (ALMEX, 2012)

2.4 PROPIEDADES DE LOS EDULCORANTES NUTRITIVOS

2.4.1 PODER EDULCORANTE

El sabor dulce de los diferentes monosacáridos y disacáridos es variable tanto cuantitativa como cuantitativamente. Debido a que se trata de una propiedad organoléptica, la intensidad del sabor dulce y la calidad del mismo toman como referencia la del azúcar, es decir la sacarosa, el producto edulcorante más ampliamente utilizado. Esto es así debido a que la sacarosa posee un sabor claro sin defectos, y lo sigue siendo incluso a altas concentraciones, lo cual no ocurre con otros edulcorantes. Un elemento crucial en la valoración del uso de una sustancia como edulcorante es su umbral de detección, es decir, aquella concentración mínima a la cual se percibe por primera vez un sabor dulce. El poder edulcorante de los azúcares se debe a la interacción de su estructura con los receptores del sabor dulce, presentes en la punta de la lengua; para ello se requiere un sistema donador/aceptor de protones (HA/B), así como la presencia de una región lipofílica, denominada gamma (γ), que interacciona mediante puentes de hidrógeno e interacciones hidrofóbicas con un sistema complementario en el receptor. La intensidad del sabor dulce depende además de la estructura del azúcar, de otros parámetros, como pH, temperatura, presencia de otros compuestos, forma física (cristalina o disolución) y concentración de la disolución. La medida del poder edulcorante se hace tomando como referencia la respuesta de una solución de sacarosa de concentración y condiciones normalizadas.

El sabor dulce depende de numerosos factores:

- Estructura molecular: El estudio de los receptores del sabor dulce permite establecer una hipótesis del proceso de percepción basado en un sistema receptor de papilas gustativas complementario a otro sistema en el alimento. En los oligosacáridos la intensidad disminuye con el aumento de la longitud de la cadena.
- Concentración: el sabor dulce se intensifica al aumentar la concentración de las soluciones azucaradas, pero esta relación no es lineal y además puede acabar presentando notas desagradables.
- Temperatura: al establecer el umbral de reconocimiento del sabor dulce, así como los incrementos de intensidad, se debe trabajar siempre a una determinada temperatura. Al aumentar la temperatura se favorece la disolución, pero el incremento en el sabor dulce no se produce por igual en los diferentes tipos de azúcares. Así la fructosa resulta más dulce que la sacarosa en frío, y a la inversa en caliente (Fennema R., 1982).

2.4.2 SOLUBILIDAD

Como todas las propiedades de los azúcares, la solubilidad depende totalmente de los grupos hidroxilo, con los que la molécula de azúcar interacciona con el agua u otras moléculas polares. Es una propiedad de gran trascendencia tecnológica, cuya importancia queda manifiesta en un producto como es la miel, donde la mayor proporción de azúcar invertido corresponde a la fructosa, mas soluble que la glucosa.

2.4.3 HIGROSCOPICIDAD

Los azúcares tienen tendencia a captar agua del medio, unos más que otros. Así también la fructosa es mas higroscópica que la glucosa, aun teniendo el mismo numero de grupos hidroxilo, de ahí que la miel deba permanecer siempre en envases cerrados. El azúcar en una atmosfera húmeda se hace terrones, aunque en el estado amorfo existe mayor tendencia a ganar agua que en el cristalino.

2.4.4 EFECTO CONSERVADOR

La estabilidad comercial de las conservas de frutas, dulces, jugos, bebidas carbonatadas y no carbonatadas. Se deben en parte al efecto conservador de estos compuestos cuando se utilizan a elevada concentración. Los azúcares afectan al equilibrio osmótico celular e impiden el desarrollo de los microorganismos. Las bacterias son más susceptibles que los mohos y las levaduras.

2.4.5 EFECTO HUMECTANTE

Es la capacidad que presentan determinados edulcorantes nutritivos de absorber agua de la humedad atmosférica. Los grupos hidroxilo interaccionan con el agua a través de enlaces hidrógeno y se produce una solvatación y/o solubilización. Esta capacidad es alta para la fructosa, pero baja para el resto de los edulcorantes, que sólo absorben agua a humedad ambiental alta. El control de la actividad de agua (a_w) que ejercen los edulcorantes (sólidos ó líquidos), en los alimentos establece su utilidad; los azúcares poco higroscópicos son aquellos que no absorben demasiada agua del ambiente. En otros alimentos es importante evitar y conservar la humedad, por lo que se utilizan jarabes ricos en fructosa.

2.4.6 AROMA

Los edulcorantes pueden evitar la pérdida de aroma que se produce en los procesos de deshidratación y liofilización durante la elaboración de algunos alimentos. Esta propiedad se da por la capacidad para interaccionar con compuestos volátiles, como aldehídos, cetonas y ésteres de ácidos carboxílicos. Las propiedades fisicoquímicas de cada edulcorante son unos de los principales factores que contribuyen a dar ciertas características organolépticas y sensoriales.

2.4.7 SABOR

El sabor dulce es un fenómeno subjetivo, sensorial, que está influido por factores fisiológicos, psicológicos y ambientales. Una vez que el alimento paso la “prueba visual”, los órganos sensoriales de nariz y boca se utilizan para obtener información adicional acerca de la calidad de un alimento. Estas sensaciones incluyen bajo el título de “sabor”. El sabor de un alimento tiene tres componentes: olor, gusto y sensaciones compuestas ellas son conocidas como percepción sensorial (Helen C., 1991). Una teoría interesante sobre el dulzor, se basa en las propiedades de los enlaces de hidrógeno de las moléculas dulces, la han propuesto Shallenberger y Acree (ver anexo “G”). Un compuesto dulce con átomos electronegativos A y B, con un átomo de hidrógeno covalente unido a A, presumiblemente forma enlaces de puente de hidrógeno recíprocos con un receptor de estructura similar en las papilas gustativas y de ahí se deriva una respuesta de sabor dulce (ver Anexo G) (Fennema R., 1982).

2.4.8 COLOR

El color se define como la cantidad de luz absorbida por los sólidos del medio líquido. El color es un indicador del control de los procesos de purificación y cristalización así como una medida de la calidad del azúcar y del jarabe de maíz de alta fructosa 55. Las partículas de color en un edulcorante nutritivo pueden ser derivadas de la materia prima de las cuales fueron extraídos dichos edulcorantes; sin embargo, frecuentemente se forman reacciones de oscurecimiento no enzimáticas de contaminantes aminoácidos con azúcares reductores(glucosa y fructosa) y como resultado de un deficiente control de temperatura en los evaporadores (Fennema R., 1982).

El color elevado puede no sólo impactar a las bebidas transparentes desde un punto de vista de apariencia, sino también puede indicar la presencia de impurezas que puede impactar al sabor y olor de la bebida o la estabilidad de productos turbios y el procesamiento de jarabes en la planta de bebidas. El color permisible para azúcar refinada y fructosa es de 35 UI pero no un máximo de 50 unidades ICUMSA (UI).

2.4.9 TURBIDEZ

La turbidez se define como la absorción de la luz por los sólidos presentes en una solución. La turbidez de una solución, son producidas por aquellas partículas ajenas a la misma, pudiendo ser; colorantes, cenizas, materiales coloidales, impurezas y sedimentos, provocando que la luz se disperse en lugar de pasar en línea recta a través de un líquido, por acción química en el sitio de contacto. Dicha presencia de turbidez en un líquido, indica cristalización de los edulcorantes nutritivos y procesos no satisfactorios. Estos materiales pueden desestabilizar las propiedades sensoriales y dar como resultado un sedimento ó anillo en el cuello (sustancia blanca en el la parte superior del liquido) desagradable en la bebida final. El máximo de turbidez para fructosa es 20 unidades ICUMSA (UI) y 10 en unidades Nefelométricas de turbidez (NTU).

2.5 PORCENTAJE DE REMOCIÓN

El porcentaje de remoción es la cantidad removida de una solución por cualquier método de separación o filtración. El grado de remoción de una solución depende del grado de eficiencia de la filtración que se tenga.

$$\% \text{ DE REMOCION} = \frac{\text{solución 1} - \text{solución 2}}{\text{solución 1}} * 100$$

2.6 AZÚCAR Y AZÚCARES DESTINADOS A LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

El significado bromatológico de los términos azúcar y azúcares no se corresponde exactamente con los utilizados en sentido bioquímico. El “azúcar” se corresponde con la sacarosa, y más concretamente con el producto obtenido de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera. En tanto al resto de hidratos de carbono simples con poder edulcorante se conocen como “azúcares”. Por ello, cuando en el etiquetado de ciertos productos se dice que no contienen azúcar, solo quiere decir que no contienen sacarosa añadida, pero pueden contener cantidades muy variables de otros azúcares. Cuando en un producto alimenticio aparece la expresión “sin azúcares añadidos”, significa no solamente que no se han adicionado monosacáridos o disacáridos, sino que tampoco se ha añadido cualquier producto por sus propiedades edulcorantes.

En la industria alimentaria, es común el uso de monosacáridos y disacáridos como agentes edulcorantes nutritivos, debido a sus propiedades fisicoquímicas, brindándole al alimento ciertas características organolépticas y sensoriales necesarias para la Calidad del producto, pero solo unos pocos se utilizan a gran escala en tecnología alimentaria, destacando en importancia, la sacarosa y

fructosa. Aunque las fuentes principales de azúcar son la caña de azúcar y la remolacha azucarera, otros azúcares se obtienen de cultivos de plantas ricas en almidón, como el jarabe de maíz de alta fructosa (Gil A., 2010).

2.7 PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE SACAROSA EN RELACION CON EL JARABE DE MAÍZ DE ALTA FRUCTOSA

El edulcorante calórico de mayor consumo mundial e importante económicamente, de todas las sustancias orgánicas preparadas industrialmente y la que se obtiene en mayor cantidad es sin lugar a dudas, la sacarosa, proveniente de la caña de azúcar o de la remolacha y cuya producción en el orbe alcanza de 95 a 100 millones de toneladas anuales. En la década de los 90s constituyó el 81,98 % del consumo mundial y en tercer lugar se encontraba el jarabe de maíz de alta fructosa, este es el competidor mas serio del azúcar, el cual tuvo un consumo del 6,75 % en escala mundial durante 1990 y seguirá en aumento en los próximos años. Los jarabes fructosados han incrementado en los últimos años, principalmente en Estados Unidos debido a su gran poder edulcorante en relación a la sacarosa (ver anexo “H” y “I”). (García G, *et al.*, 2004). Este edulcorante apareció en el mercado a inicios de la década de 1970, alcanzando gran importancia en los Estados Unidos, Japón y Canadá, lo que afecto el consumo de azúcar en la década de los 1980 y además de poseer características muy similares al azúcar invertido, tiene la ventaja de producirse a bajo costo.

2.8 IMPORTANCIA DE LOS EDULCORANTES NUTRITIVOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA

Para la elaboración de un gran número de alimentos, la industria ha empleado tradicionalmente diversos mono y disacáridos, como la glucosa, la sacarosa, el azúcar invertido, la fructosa y la lactosa. Los azúcares provienen de fuentes naturales como la caña de azúcar, la remolacha, los almidones, las frutas, las verduras y leguminosas. Su obtención implica el uso de tecnología especializada que, afortunadamente, ha evolucionado gracias a la creación de equipos que optimizan los procesos, a la recuperación de la energía liberada en el proceso de obtención, a la automatización y, en resumen, a la reducción de costos. Por otra parte, se han desarrollado procesos que permiten una mayor versatilidad en la aplicación de los azúcares, como la elaboración de azúcares microporosos que sirven como acarreadores de sabores (Badui D., 2006). Actualmente el uso de estos edulcorantes nutritivos se basa principalmente en sus propiedades funcionales, los cuales son consecuencia de su estructura química, brindándole a la tecnología alimentaria un plus en la calidad de estos.

CAPÍTULO 3

3. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 AZÚCAR REFINADA

Se analizaron un total de 95 muestras de azúcar refinada, dentro del almacén de azúcar, destinado a las materias primas de Coca-Cola FEMSA planta San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

3.1.2 RECEPCIÓN, MUESTREO Y ÁREA DE ALMACENAMIENTO

- I. La transportación del azúcar refinado se realiza en vehículos autorizados y previamente inspeccionados para asegurar que se encuentren libres de olores extraños, limpios y sin filtraciones que provoquen humedad, otorgándose el visto bueno derivado de dicha revisión.
- II. El área de almacenamiento debe estar cerrada completamente, deberá estar limpio, tener una temperatura no mayor a 32° C. y libre de humedad.



Figura 6. Almacén de azúcar refinada

- III. Los sacos deben ser de material adecuado que no altere las características del azúcar y lo preserven durante su transporte y almacenamiento. El producto debe ser entregado en sacos de polipropileno laminado en presentaciones de 50 Kg.
- IV. Se realizó la inspección, muestreo y pruebas, por cada lote que se recibió en la planta.
- V. Se aplicaron los lineamientos de BHM (buenos hábitos de manufactura) lavarse bien las manos, utilizar gorra o cofia y cubre bocas (cuando se entre en contacto con materias primas).

- VI. Los materiales que se utilizaron en la recepción de la muestra son: espátula, bolsas de muestra fisicoquímica (1kg) y cinta canela.
- VII. Una vez que se comenzó a descargar el azúcar se empezó a separar sacos aleatoriamente de todas las tarimas que conformaban el lote, se colocaron 20 sacos de muestra en una tarima.
- VIII. Se tomó una muestra de dos sacos seleccionados al azar, de la tarima de muestreo y se mezcló esta para obtener una mezcla compuesta.
- IX. El saco se colocó en posición horizontal, para facilitar el muestreo, perforar el saco con la espátula y se recopiló una muestra suficientemente grande (aproximadamente 1 kg) para efectuar los análisis fisicoquímicos y organolépticos, se selló perfectamente el saco con cinta canela, evitando que se volviera a romper y guardar una cantidad igual como muestra de retención.
- X. Se rotularon las muestras identificándolas con el número de lote interno, fecha de recepción e ingenio y se colocó el marbete de muestreado.
- XI. Se llevaron las muestras al laboratorio de calidad para realizar los análisis correspondientes.

Tabla 1.- ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS Y ORGANOLÉPTICOS POR LOTE MUESTREADO

PARÁMETROS	MÉTODO	ESPECIFICACIONES
Apariencia	SM-PR-420	Cristales limpios, blancos y uniformes
Olor después de la acidificación	SM-PR-310	Características libres de olores extraños
Olor	SM-PR-420	Características libres de olores extraños
Sabor	SM-PR-420	Características libres de sabores extraños
Turbidez	GS2/3-18 (2007)	No visible; no mas de 20 UI
Color	GS2/3-10 (2007)	Menos de 35, pero no más de 50 UI.
% Humedad	GS/2/1/3/9-15 (2007)	0.02-0.06 %
Sedimento	GS2/3-19 (2002)	7 mg/kg máximo de insolubles gravimétricos.



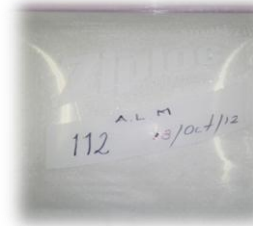
SE VERIFICA LA UNIDAD Y LOS SELLOS DE INVIOLEABILIDAD CORRESPONDIENTES A CALIDAD.



UNA VEZ ESTIBADOS LOS SACOS SE REALIZA EL MUESTRO.



SE PERFORA EL SACO CON UNA ESPATULA Y SE RECOLECTA LA MUESTRA DE AZÚCAR DE 2 SACOS.

A photograph of a quality certificate form from "GRUPO PIASA". The form includes fields for "PARAMETROS", "RESULTADOS", and "OBSERVACIONES". It also has a section for "MUESTREO" and "ANÁLISIS". The form is signed and dated "13/04/12".

UNA VEZ RECOLECTADO UNA MUESTRA COMPUESTA, SE CIERRA EL COSTAL CON CINTA ADESIVA Y SE LLEVA AL LABORATORIO PARA SUS ANÁLISIS CORRESPONDIENTES.

UNA VEZ REALIZADO LAS PRUEBAS ORGANOLEPTICAS Y FISICOQUIMICAS SE PROCEDE A LIBERAR EL LOTE MUESTREADO "SI CUMPLE"

Figura 7. DIAGRAMA DE FLUJO DE RECEPCION Y MUESTREO DE AZÚCAR REFINADA

3.2 JARABE DE MAIZ DE ALTA FRUCTOSA 55

Se analizaron un total de 113 muestras de jarabe de maíz de alta fructosa 55, una por cada lote recibido, dentro de las áreas destinadas a la recepción de materias primas de Coca-Cola FEMSA planta San Cristóbal de las Casas, Chiapas.

3.2.1 RECEPCIÓN, MUESTREO Y ÁREA DE ALMACENAMIENTO DE LA FRUCTOSA 55

- I. El almacenamiento del jarabe de maíz de alta fructosa 55, se almacena en silos de acero inoxidable grado alimenticio, con una temperatura de 16-35 °C y con capacidad de 40,000 litros cada uno.



Figura 8. Silos de fructosa 55

- II. La recepción de Fructosa 55 se realizó en pipas de acero inoxidable grado alimenticio, con capacidad de 36,000 litros, limpios y sin fugas.



Figura 9.Pipa de fructosa 55

- III. Se Inspeccionó el embarque para asegurarse que no hubiera señales de contaminación de insectos o de otro material extraño. Se revisó el tanque para identificar el número de pipa y ver si los sellos de seguridad no fueran tóxicos o estuvieran alterados, además que correspondieran a los que se marcaban en el certificado de calidad. Después de la inspección se otorgó el visto bueno de dicha revisión.
- IV. La inspección, muestreo y pruebas, se realizó por cada pipa que se recibió en la planta.
- V. Se utilizó cofia y cubre bocas.
- VI. El material que se utilizó en la recepción de la muestra fue: botes estériles de muestreo.
- VII. Se cortaron los sellos de seguridad, se limpió la superficie del domo de la pipa con torundas de alcohol y con ayuda de un soplete se aplicó calor para evitar al máximo algún tipo de contaminación durante el muestreo.
- VIII. Se retiró el tapón de la tubería de muestreo y se empezó a purgar 2 veces hasta que la fructosa estuviera libre de partículas de aire o agua. Se revisó la apariencia de la fructosa, posteriormente con ayuda de un recipiente estéril de muestreo, se tomó aproximadamente 1 litro para efectuar los análisis fisicoquímicos y organolépticos correspondientes.
- IX. Se rotuló la muestra identificándola con el número de lote interno, fecha de recepción y nombre del proveedor.
- X. Las muestras fueron llevadas al laboratorio de calidad para realizar los análisis correspondientes.

Tabla 2. ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y ORGANOLÉPTICOS POR LOTE MUESTREADO DE JARABE DE MAIZ DE ALTA FRUCTOSA 55

PARÁMETROS	MÉTODO	ESPECIFICACIONES
Apariencia	SM-PR-420	Solución transparente
Olor después de la acidificación	SM-PR-310	Sin olores no característicos
Olor	SM-PR-420	Sin olores no característicos
Sabor	SM-PR-420	Sin sabores no característicos
Temperatura		16-35 °C
Ph		3.3 – 4.5
Turbidez	GS2/3-18 (2007), SM-PR-485	No visible; no mas de 20 UI, no mayor a 10 NTU
Color	GS2/3-10 (2007)	Menos de 35, pero no más de 50 UI.
% Humedad	GS/2/1/3/9-15 (2007)	0.02-0.06 %
Sedimento	GS2/3-19 (2002)	6 mg/kg máximo de insolubles gravimétricos.
% sólidos		Máximo 76.5 – 77.5% p/p con un valor meta de 77% p/p
Acidez titulable	SM-PR-770	No mayor a 4 ml de NaOH para llevar 100 gr a un Ph de 6



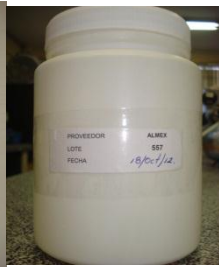
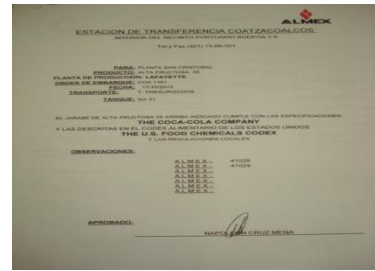
SE VERIFICA LA PIPA Y EL SELLO DE INVIOABILIDAD CORRESPONDIENTE A CALIDAD



SE PROCEDE A PURGAR LA TUBERIA POSTERIORMENTE SE TOMA LA MUESTRA A ANALIZAR (1 Litro aproximadamente).



TOMADA LA MUESTRA SE LLEVA AL LABORATORIO DE CALIDAD Y SE REALIZAN LAS PRUEBAS ORGANOLÉPTICAS Y FISICOQUÍMICAS CORRESPONDIENTES.



UNA VEZ REALIZADAS LAS PRUEBAS ORGANOLEPTICAS Y FISICOQUÍMICAS SE PROCEDE A LIBERAR EL LOTE MUESTREADO "SI CUMPLE".

Figura 10. DIAGRAMA DE FLUJO DE RECEPCIÓN Y MUESTREO DE FRUCTOSA 55

3.3 APLICACIÓN DEL MÉTODO ESTÁNDAR FÍSICO QUÍMICO SM-PR-485

Determinación de turbidez en azúcar refinada y jarabe de maíz de alta fructosa 55.

3.3.1 ALCANCE

Este método se emplea para la determinación de turbidez en soluciones de 50 °Brix (+/- 1) de edulcorantes nutritivos que no contengan más de 10 NTU.

3.3.2 APLICACIÓN

El método es aplicable a toda clase de azúcares cristalizados o azúcares blancos en polvo y jarabes muy puros, no es aplicable si presenta enturbiamiento o partículas ajenas a la misma, que pudieran afectar el resultado.

3.3.3 PROCEDIMIENTO

3.3.4 SOLUCIÓN DE AZÚCAR REFINADA

Se pesaron 50 g de azúcar refinada en un matraz Erlenmeyer de 250 ml limpio y seco, por cada lote muestreado, el azúcar se diluyó en 50 ml de agua destilada, se utilizó un agitador magnético para que el azúcar se disolviera completamente durante 5-8 minutos a temperatura ambiente, con el fin de obtener una solución de 50 °Brix.

3.3.5 SOLUCIÓN DE JARABE DE MAÍZ DE ALTA FRUCTOSA 55

Se midieron volúmenes de 57 ml de fructosa por cada lote muestreado, con ayuda de una probeta de 100 ml, los 57 ml de fructosa fueron transferidos a un matraz erlenmeyer de 250 ml limpio y seco, se midieron 43 ml de agua destilada en la misma probeta consiguiéndose lavar perfectamente el resto de fructosa sobrante en la probeta y desocupándose en el mismo matraz Erlenmeyer de 250 ml. obteniéndose una solución de 50° Brix (+/- 1). Las soluciones fueron mezcladas con ayuda de un agitador magnético durante 1 minuto a temperatura ambiente.

3.3.6 BAÑO ULTRASÓNICO

Una vez homogenizadas las soluciones se pusieron en un baño Ultrasónico durante un tiempo no mayor a 2 min, para poder eliminar el resto de aire provocado por la agitación de la solución.

3.3.7 DETERMINACIÓN DE GRADOS BRIX

Después de la desaireación de cada una de las soluciones fueron llevadas al densímetro DMA 48 marca PAAR, para obtener las lecturas de grados Brix de cada una de las soluciones.

3.3.8 FILTRACIÓN

Previamente identificadas las soluciones de azúcar refinada con respecto a las soluciones de fructosa, las soluciones de azúcar refinada fueron transferidos en el filtro magnético a la mitad de su volumen total, es decir que de los 100 ml de solución se desocuparon 50 ml para su filtración y los otros 50 ml restantes no filtrados se dejaron en el matraz para su posterior utilización. De igual manera fueron filtradas las soluciones de fructosa. Para poder llevarse a cabo la filtración de ambas soluciones, se emplearon equipos especiales: un filtro magnético Funnel marca PAAL, una bomba de vacío (compresor), matraces Kitazato de 250 ml y filtros de membranas de nitrato de celulosa de tamaño de poro de 0.80 μm y un diámetro de 47 mm.

3.3.9 BAÑO ULTRASÓNICO DESPUES DE LA FILTRACIÓN

Las muestras después de ser filtradas fueron desaireadas en el baño ultrasónico durante un tiempo no mayor de 3 min.

3.3.10 LECTURA CON EL TURBIDIMETRO (turbidez NTU)

Para la determinación de turbidez en unidades nefelometricas se utilizo un turbidímetro marca HACH, en el cual se utilizaron celdas cilíndricas con capacidad de 15 ml cada una, para calibrarlo se utilizó una solución blanco de 10 NTU. Una vez diferenciadas las soluciones de azúcar refinada y fructosa, se transfirieron en celdas cilíndricas para su lectura.



Se preparo una solución de azúcar al 50% m/v



Con el agitador magnético se termino de homogenizar la solución de azúcar al 50%



La solución preparada se le elimino el aire con ayuda de un baño ultrasónico durante un tiempo de 2 minutos



Se utilizo un densímetro Anton Paar 5000, para la densidad y medición de grados Brix de nuestra solución.



Se filtro 50 ml de solución de azúcar con una membrana nitrato de celulosa con un poro de 8 µm



La solución filtrada se le elimino el aire con ayuda de un baño ultrasónico por 2 minutos Se identificaron ambas soluciones la filtrada y la que no fue filtrada



Se transfirieron en dos celdas diferentes las soluciones y una celda con agua tridestilada para ajustar el equipo (blanco)



La solución filtrada registro una lectura de 0.13 NTU, la solución no filtrada registro una lectura de 0.25 NTU

Figura 11. DIAGRAMA DE FLUJO EN LA APLICACIÓN DEL MÉTODO ESTÁNDAR SM-PR-485 EN AZÚCAR REFINADA



Figura 12. DIAGRAMA DE FLUJO EN LA APLICACIÓN DEL MÉTODO ESTÁNDAR SM-PR-485 EN FRUCTOSA 55

3.4 APLICACIÓN DEL MÉTODO ICUMSA GS2/3-10 (2007)

Determinación de color en solución de azúcares blancos.

3.4.1 ALCANCE

Este método se emplea para la determinación del color en solución del azúcar blanco en azúcares que no contengan mas de 50 UI.

3.4.2 APLICACIÓN

El método es aplicable a toda clase de azúcares cristalizados o azúcares blancos en polvo y jarabes muy puros, siempre que sea posible preparar una solución de ensayo filtrada con el procedimiento especificado en el método. El método no se aplica a azúcares que contengan materias colorantes, enturbiamientos o sustancias ajenas a la misma en cantidad tal que no se pueda llevar a cabo una filtración.

3.4.3 PROCEDIMIENTO

3.4.4 SOLUCIÓN DE AZÚCAR REFINADA

Por cada lote muestreado se peso 50 g de azúcar refinada en un matraz Erlenmeyer de 250 ml limpio y seco, el azúcar se diluyo en 50 ml de agua tridestilada obteniendo una solución al 50% p/v, se utilizo un agitador magnético para que el azúcar de disolviera completamente a temperatura ambiente, con el fin de obtener una solución de 50 °Brix.

3.4.5 SOLUCIÓN DE JARABE DE MAÍZ DE ALTA FRUCTOSA 55

Por cada lote muestreado se midieron volúmenes de 57 ml de fructosa, con ayuda de una probeta de 100 ml, los 57 ml de fructosa fueron transferidos en un matraz Erlenmeyer de 250 ml limpio y seco, se midieron 43 ml de agua destilada en la misma probeta consiguiéndose lavar perfectamente el resto de fructosa sobrante en la probeta y transferidos en el mismo matraz Erlenmeyer de 250 ml. obteniéndose una solución de 50° Brix (+/- 1). Las soluciones fueron mezcladas con ayuda de un agitador magnético durante 1 minuto a temperatura ambiente.

3.4.6 BAÑO ULTRASÓNICO ANTES DE LA FILTRACIÓN

Una vez homogenizadas las soluciones se pusieron en un baño Ultrasónico por un tiempo no mayor a 2 minutos, para poder eliminar el resto de aire provocado por la agitación de la solución.

3.4.7 DETERMINACIÓN DE DENSIDAD Y GRADOS BRUX

Después de la desaireación de cada una de las soluciones fueron llevadas al densímetro DMA 48 marca PAAR, para obtener las lecturas de densidad y grados Brix de cada una de las soluciones, para las soluciones de azúcar refinada (ver tablas) y soluciones de fructosa (ver tabla).

3.4.8 FILTRACIÓN

Previamente identificadas las soluciones de azúcar refinada con respecto a las soluciones de fructosa, las soluciones de azúcar refinada fueron desocupándose en el filtro magnético a la mitad de su volumen total, es decir que de los 100 ml de solución se desocuparon 50 ml para su filtración y los otros 50 ml restantes no filtrados se dejaron en el matraz para su previa utilización. De igual manera fueron filtradas las soluciones de fructosa. Para poder llevarse a cabo la filtración de ambas soluciones, se necesitó de equipos especiales: un filtro magnético Funnel marca PAAL, una bomba de vacío (compresor), matraces kitazato de 250 ml y filtros de membranas de nitrato de celulosa de tamaño de poro de 0.80 μm y un diámetro de 47 mm.

3.4.9 BAÑO ULTRASÓNICO DESPUES DE LA FILTRACIÓN

Las muestras después de ser filtradas fueron desaireadas en el baño ultrasónico con un tiempo no mayor de 3 min.

3.4.10 DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ EN LA FRUCTOSA (NTU)

Para el registro de turbidez en las soluciones filtradas y las que no fueron tratadas por medio de filtración se emplearon celdas cilíndricas y un turbidímetro marca HACCP. En ambas soluciones de los edulcorantes tratados mediante filtración registraron lecturas menores con respecto a las que no lo fueron.

3.4.11 LECTURA DE COLOR (absorbancia)

Para el registro de color en las soluciones filtradas y las que no fueron tratadas por medio de filtración se emplearon celdas cuadradas con una espesor de 2.5 cm y un espectrofotómetro marca HACCP. En ambas soluciones de los edulcorantes tratados mediante filtración registraron absorbancias menores con respecto a las que no lo fueron.

3.4.12 DETERMINACIÓN DE LA MATERIA SECA REFRACTOMÉTRICA (RDS)

La densidad obtenida de las soluciones de azúcar refinada y fructosa, sirvieron de referencia para el cálculo del valor de la materia seca refractométrica (RDS) mediante interpolación, empleando la tabla 3.

Tabla 3. Referencia (RDS)

% RDS	Densidad (Kg/m ³)
47	1213.3
47.24	1214.6
48	1218.7
48.98	1224.1
49	1224.2
49.20	1225.3
50	1229.7
50.18	1230.7
51	1235.2
51.15	1236
52	1240.7
52.14	1241.5
53	1246.3

3.4.13 DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE SÓLIDOS

El cálculo de la concentración de sólidos (c) en soluciones de azúcar refinada y fructosa, fue obtenido a partir de la materia seca refractométrica (RDS). La expresión de concentración de la solución es:

$$C = \frac{(RDS) \cdot (\rho \cdot 1000)}{10^5} \text{ g/ml} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

RDS= materia seca refractométrica de la solución

ρ = densidad de la solución

3.4.14 DETERMINACIÓN DE COLOR UI

El cálculo de color en unidades ICUMSA fue obtenido empleando la siguiente expresión:

$$\text{Color ICUMSA} = \frac{(\text{Abs}) * (1000)}{(b) * (c)} \text{ UI} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

Abs= absorbancia de la solución a una longitud de onda de 420 nm.

b = longitud de trayecto de la celda que contiene la solución (cm).

c = concentración de sólidos absorbentes de luz en la solución (g/ml).

3.4.15 COLOR UI EN AZÚCAR REFINADA

Ejemplo: Lote 1

Grados Brix de la solución: 51.20

Densidad de la solución: 1.2362 kg/m³

Materia seca refractométrica (RDS): 51.18

Lectura de la Solución sin filtrar a una absorbancia de 420 nm: 0.030

Lectura de la Solución filtrada a una absorbancia de 420 nm: 0.024

Calculo de la concentración de la solución:

$$C = \frac{(51.20) * (1236)}{1000000} = 0.633 \text{ g/ml} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Calculo de Color de la solución sin filtrar en unidades ICUMSA (UI):

$$\text{COLOR ICUMSA} = \frac{(0.030) * (1000)}{(2.5\text{cm}) * (0.633 \text{ g/ml})} = 18.96 \text{ UI} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Calculo de Color de la solución filtrada en unidades ICUMSA (UI):

$$\text{COLOR ICUMSA} = \frac{(0.024) * (1000)}{(2.5\text{cm}) * (0.633 \text{ g/ml})} = 15.17 \text{ UI} \quad (\text{Ecuación 2})$$

3.4.16 COLOR UI EN FRUCTOSA

Ejemplo: Lote 1

Grados Brix de la solución 50.90

Densidad de la solución 1.2345 kg/m³

Materia seca refractométrica (RDS): 50.87

Lectura de la solución sin filtrar a una absorbancia de 420 nm: 0.037

Lectura de la solución filtrada a una absorbancia de 420 nm: 0.035

Calculo de la concentración de la solución:

$$C = \frac{(50.90) * (1234.5)}{1000000} = 0.628 \text{ g/ml} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Calculo de color de la solución sin filtrar en unidades ICUMSA (UI):

$$COLOR \text{ ICUMSA} = \frac{(0.037) * (1000)}{(2.5 \text{ cm}) * (0.628 \text{ g/ml})} = 23.57 \text{ UI} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Calculo de color de la solución filtrada en unidades ICUMSA (UI):

$$COLOR \text{ ICUMSA} = \frac{(0.035) * (1000)}{(2.5 \text{ cm}) * (0.628 \text{ g/ml})} = 22.30 \text{ UI} \quad (\text{Ecuación 2})$$

3.5 APLICACIÓN DEL MÉTODO ICUMSA GS2/3-18 (2007)

Determinación de turbidez en soluciones de azúcar refinada y jarabe de maíz de alta fructosa 55. Este método mide la turbidez como diferencia en el color de soluciones de azúcar blanco y jarabe de alta fructosa 55 antes y después de la filtración.

El método ICUMSA GS2/3-18 define la ecuación de turbidez como:

$$\text{Turbidez (UI)} = \text{color 1} - \text{color 2} \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde:

Color 1: color de la solución no filtrada.

Color 2: color de la solución filtrada.

3.5.1 TURBIDEZ UI EN AZÚCAR REFINADA

Los valores para el lote 1 fueron:

$$\text{Color 1} = 18.96 \quad \text{Color 2} = 15.17$$

Sustituyendo en la ecuación 3, se obtuvo:

$$\text{Turbidez (UI)} = 18.96 - 15.17 = 3.79 \text{ UI}$$

3.5.2 TURBIDEZ UI EN FRUCTOSA

Los valores para el lote 1 fueron:

$$\text{Color 1} = 23.57 \quad \text{Color 2} = 22.30$$

Sustituyendo en la ecuación 3, se obtuvo:

$$\text{Turbidez (UI)} = 23.57 - 22.30 = 1.27 \text{ UI}$$



Se preparo una solución de azúcar al 50% p/v



Con el agitador magnético se termino de homogenizar la solución de azúcar al 50%



La solución preparada se le elimino el aire con ayuda de un baño ultrasónico durante un tiempo de 2 minutos



Se utilizo un densímetro Anton Paar 5000, para la densidad y medición de grados Brix de nuestra solución.



Se filtro 50 ml de solución de azúcar con una membrana nitrato de celulosa con un poro de 8 µm



La solución filtrada se le elimino el aire con ayuda de un baño ultrasónico por 2 minutos Se identificaron ambas soluciones la filtrada v la que no fue filtrada



Se transfirieron en dos celdas diferentes las soluciones y una celda con agua tridestilada para ajustar el equipo (blanco)



Se calibra el espectro con un blanco

Figura 13. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS METODOS ICUMSA GS2/3-10 Y GS2/3-18(2007) APLICADOS A LA AZÚCAR REFINADA



La solución no filtrada registro una lectura de 0.026 abs1.

La solución filtrada registro una lectura de 0.016 abs2.



CALCULO DE COLOR UI DE LA AZÚCAR REFINADA

Mediante la ecuación 2

$$\text{Color ICUMSA} = \frac{(\text{Abs}) * (1000)}{(b) * (c)} \text{ UI}$$

COLOR 1

CALCULO DEL TURBIDEZ UI DE LA AZÚCAR REFINADA

Mediante la ecuación 3

$$\text{Turbidez (UI)} = \text{color 1} - \text{color 2}$$

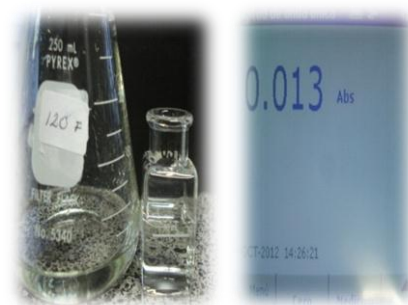
Figura 13. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS METODOS ICUMSA GS2/3-10 Y GS2/3-18(2007) APLICADOS A LA AZÚCAR REFINADA



Figura 14. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS METODOS ICUMSA GS2/3-10 Y GS2/3-18 (2007) APLICADOS A LA FRUCTOSA 55



La solución no filtrada registro una lectura de 0.015 abs1.



La solución filtrada registro una lectura de 0.013 abs2.



CALCULO DE COLOR UI DE LA FRUCTOSA 55

Mediante la ecuación 2

$$\text{Color ICUMSA} = \frac{(\text{Abs}) * (1000)}{(b) * (c)} \text{ UI}$$

COLOR 1

CALCULO DEL TURBIDEZ UI DE LA FRUCTOSA 55

Mediante la ecuación 3

$$\text{Turbidez (UI)} = \text{color 1} - \text{color 2}$$

Figura 14. DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS METODOS ICUMSA GS2/3-10 Y GS2/3-18 (2007) APLICADOS A LA FRUCTOSA 55

CAPITULO 4

RESULTADOS

4.1 AZÚCAR REFINADA

Se obtuvieron 95 resultados de color y turbidez en UI de los lotes de azúcar refinada muestreados.

4.1.1 En el caso del Color UI

En las tablas 4, 5, 6 y 7 se muestran los resultados de color UI que se determinaron en las pruebas de cada lote muestreado durante 4 meses, los resultados muestran que, el color que presentaron dichas soluciones están por debajo de las 50 UI, especificación marcada por el método ICUMSA GS2/3-10 (2007).

4.1.2 En el caso de la Turbidez UI

En las tablas 4, 5, 6 y 7 se muestran los resultados obtenidos en las pruebas de determinación de turbidez UI de cada lote muestreado durante 4 meses, los resultados muestran que, la turbidez de dichas soluciones están por debajo de las 20 UI, especificación marcada por el método ICUMSA GS2/3-18 (2007).

TABLA 4. Propiedades físico-químicas del azúcar refinada obtenidas a partir de los lotes muestreados del mes de julio, durante la aplicación de los métodos ICUMSA GS2/3-10, GS2/3-18 en la determinación de color y turbidez en UI y el % remoción de cada uno de ellos. Nota: el color 2 filtrado (en amarillo) es el color en UI.


		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS COCA-COLA FEMSA PLANTA SAN CRISTOBAL										MES- JULIO-2012			
		RESULTADOS FISICOQUIMICOS DE EDULCORANTES										MÉTODO ICUMSA CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE LA AZÚCAR REFINADA			
LOTE	HUMEDAD	Brix	DENSIDAD (Kg/m3)	as 1	as 2	RDS	DENSIDAD *1000	as * 1000	b	c	COLOR 1	COLOR 2	TURBIDEZ (UI)	REMOCION COLOR (UI)	
1	0.03	51.20	1.2362	0.03	0.024	51.18	1236.2	30	2.5	0.633	18.97	15.17	3.79	20.00	
2	0.02	50.50	1.2323	0.035	0.032	50.47	1232.3	35	2.5	0.622	22.51	20.58	1.93	8.57	
3	0.04	50.22	1.2310	0.036	0.034	50.24	1231.0	36	2.5	0.6185	23.28	21.99	1.3	5.56	
4	0.04	50.17	1.2304	0.035	0.033	50.13	1230.4	35	2.5	0.6168	22.70	21.40	1.3	5.71	
5	0.03	49.93	1.2292	0.037	0.036	49.91	1229.2	37	2.5	0.6135	24.12	23.47	0.7	2.70	
6	0.03	50.00	1.2299	0.038	0.035	50.04	1229.9	38	2.5	0.6154	24.70	22.75	1.9	7.89	
7	0.03	49.79	1.2283	0.039	0.036	49.75	1228.3	39	2.5	0.6111	25.53	23.56	2.0	7.69	
8	0.05	49.67	1.2278	0.048	0.046	49.65	1227.8	48	2.5	0.6096	31.50	30.18	1.3	4.17	
9	0.03	48.95	1.2232	0.048	0.045	48.82	1223.2	48	2.5	0.5972	32.15	30.14	2.0	6.25	
10	0.04	49.05	1.2233	0.037	0.032	48.84	1223.3	37	2.5	0.5975	24.77	21.42	3.3	13.51	
11	0.030	49.49	1.2294	0.035	0.031	49.95	1229.4	35	2.5	0.6141	22.80	20.19	2.6	11.43	
12	0.03	49.60	1.2288	0.029	0.027	49.84	1228.8	29	2.5	0.6124	18.94	17.63	1.3	6.90	
13	0.03	50.28	1.2305	0.023	0.019	50.15	1230.5	23	2.5	0.6171	14.91	12.32	2.6	17.39	
14	0.03	48.83	1.2289	0.029	0.025	49.85	1228.9	29	2.5	0.6126	18.94	16.32	2.6	13.79	
15	0.03	50.07	1.2299	0.046	0.038	50.04	1229.9	46	2.5	0.6154	29.90	24.70	5.2	17.39	
16	0.03	49.48	1.2267	0.032	0.030	49.45	1226.7	32	2.5	0.6066	21.10	19.78	1.3	6.25	
17	0.03	49.99	1.2294	0.029	0.025	49.95	1229.4	29	2.5	0.6141	18.89	16.28	2.6	13.79	
18	0.04	49.50	1.2268	0.039	0.030	49.47	1226.8	39	2.5	0.6069	25.70	19.77	5.9	23.08	
19	0.04	50.18	1.2305	0.037	0.030	50.15	1230.5	37	2.5	0.6171	23.98	19.45	4.5	18.92	
20	0.02	48.43	1.2209	0.033	0.027	48.40	1220.9	33	2.5	0.5909	22.34	18.28	4.1	18.18	
21	0.03	49.49	1.2267	0.035	0.029	49.45	1226.7	35	2.5	0.6066	23.08	19.12	4.0	17.14	
22	0.02	48.25	1.2200	0.038	0.035	48.24	1220.0	38	2.5	0.5885	25.83	23.79	2.0	7.89	
23	0.03	48.95	1.2238	0.034	0.027	48.93	1223.8	34	2.5	0.5988	22.71	18.04	4.7	20.59	
											ESPECIFICACION		≤ 50 UI	≤ 20 UI	

TABLA 5. Propiedades físico-químicas del azúcar refinada obtenidas durante el mes de Agosto a partir de los lotes muestreados, durante la aplicación de los métodos ICUMSA GS2/3-10, GS2/3-18 en la determinación de color y turbidez en UI y el % remoción de cada uno de ellos. Nota: el color 2 filtrado (en amarillo) es el color en UI.



		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS COCA-COLA FEMSA PLANTA SAN CRISTOBAL										MES- AGOSTO-2012		
		RESULTADOS FISICOQUIMICOS DE EDULCOLORANTES												
LOTE	MÉTODO ICUMSA CARACTERÍSTICAS FISICOQUIMICAS DE LA AZÚCAR REFINADA													
	HUMEDAD	*Brix	DENSIDAD (Kg/m3)	as 1	as 2	RDS	DENSIDAD *1000	as * 1000	b	c	COLOR 1	COLOR 2	TURBIDEZ (UI)	% REMOCION COLOR (UI)
24	0.03	49.84	1.2287	0.019	0.013	49.82	1228.7	19	2.5	0.6121	12.42	8.49	3.9	31.58
25	0.04	50.40	1.2317	0.013	0.010	50.36	1231.7	13	2.5	0.6203	8.38	6.45	1.9	23.08
26	0.03	49.96	1.2293	0.016	0.008	49.93	1229.3	16	2.5	0.6138	10.43	5.21	5.2	50.00
27	0.03	51.41	1.2318	0.009	0.007	50.38	1231.8	9	2.5	0.6206	5.80	4.51	1.3	22.22
28	0.03	50.54	1.2325	0.031	0.027	50.51	1232.5	31	2.5	0.6225	19.92	17.35	2.6	12.90
29	0.03	49.42	1.2263	0.035	0.028	49.38	1226.3	35	2.5	0.6055	23.12	18.50	4.6	20.00
30	0.03	49.49	1.2268	0.042	0.036	49.47	1226.8	42	2.5	0.6069	27.68	23.73	4.0	14.29
31	0.03	49.94	1.2292	0.048	0.040	49.94	1229.2	48	2.5	0.6139	31.28	26.06	5.2	16.67
32	0.04	49.65	1.2269	0.048	0.040	49.49	1226.9	48	2.5	0.6072	31.62	26.35	5.3	16.67
33	0.03	50.23	1.2306	0.031	0.026	50.16	1230.6	31	2.5	0.6173	20.09	16.85	3.2	16.13
34	0.03	49.93	1.2292	0.027	0.024	49.91	1229.2	27	2.5	0.6135	17.60	15.65	2.0	11.11
35	0.03	49.68	1.2278	0.034	0.031	49.67	1227.8	34	2.5	0.6098	22.30	20.33	2.0	8.82
36	0.03	50.22	1.2307	0.039	0.032	50.18	1230.7	39	2.5	0.6176	25.26	20.73	4.5	17.95
37	0.03	49.9	1.229	0.039	0.034	49.87	1229.0	39	2.5	0.6129	25.45	22.19	3.3	12.82
38	0.03	49.5	1.2268	0.044	0.039	49.47	1226.8	44	2.5	0.6069	29.00	25.70	3.3	11.36
39	0.03	50.05	1.2298	0.04	0.031	50.02	1229.8	40	2.5	0.6151	26.01	20.16	5.9	22.50
40	0.03	49.85	1.2287	0.061	0.054	49.82	1228.7	61	2.5	0.6121	39.86	35.29	4.6	11.48
41	0.03	50.05	1.2298	0.039	0.034	50.02	1229.8	39	2.5	0.6151	25.36	22.11	3.3	12.82
42	0.03	49.05	1.2243	0.044	0.038	49.02	1224.3	44	2.5	0.6002	29.33	25.33	4.0	13.64
43	0.03	50.01	1.2296	0.043	0.035	49.98	1229.6	43	2.5	0.6146	27.99	22.78	5.2	18.60
44	0.03	50.11	1.2301	0.042	0.036	50.07	1230.1	42	2.5	0.6159	27.28	23.38	3.9	14.29
45	0.03	49.74	1.2281	0.036	0.031	49.71	1228.1	36	2.5	0.6105	23.59	20.31	3.3	13.89
46	0.03	49.97	1.2294	0.042	0.037	49.95	1229.4	42	2.5	0.6141	27.36	24.10	3.3	11.90
ESPECIFICACION											≤ 50 UI	≤20 UI		

TABLA 6. Propiedades físico-químicas del azúcar refinada obtenidas durante el mes de Septiembre a partir de los lotes muestreados, durante la aplicación de los métodos ICUMSA GS2/3-10, GS2/3-18 en la determinación de color y turbidez en UI y el % remoción de cada uno de ellos. Nota: el color 2 filtrado (en amarillo) es el color en UI.

LOTE		MÉTODO ICUMSA CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA AZÚCAR REFINADA											TURBIDEZ (UI)		REMOCION COLOR (UI)
		HUMEDAD	Brix	DENSIDAD (Kg/m3)	as 1	as 2	RDS	DENSIDAD *1000	as * 1000	b	c	COLOR 1			
47	0.03	49.87	1.2288	0.042	0.035	49.84	1228.8	42	2.5	0.6124	27.43	22.86	4.6	16.67	
48	0.02	50.01	1.2296	0.042	0.033	49.98	1229.6	42	2.5	0.6146	27.34	21.48	5.9	21.43	
49	0.03	50	1.2295	0.031	0.029	49.96	1229.5	31	2.5	0.6143	20.19	18.88	1.3	6.45	
50	0.03	49.72	1.228	0.043	0.035	49.69	1228	43	2.5	0.6102	28.19	22.94	5.2	18.60	
51	0.05	50.07	1.2299	0.034	0.026	50.04	1229.9	34	2.5	0.6154	22.10	16.90	5.2	23.53	
52	0.03	50.72	1.2335	0.029	0.022	50.69	1233.5	29	2.5	0.6253	18.55	14.07	4.5	24.14	
53	0.03	49.9	1.229	0.04	0.03	49.87	1229	40	2.5	0.6129	26.11	19.58	6.5	25.00	
54	0.03	50.16	1.2304	0.041	0.035	50.13	1230.4	41	2.5	0.6168	26.59	22.70	3.9	14.63	
55	0.03	49.32	1.2258	0.039	0.032	49.29	1225.8	39	2.5	0.6042	25.82	21.19	4.6	17.95	
56	0.03	48.76	1.2227	0.036	0.032	48.73	1222.7	36	2.5	0.5958	24.17	21.48	2.7	11.11	
57	0.03	50.16	1.2305	0.028	0.022	50.15	1230.5	28	2.5	0.6171	18.15	14.26	3.9	21.43	
58	0.03	49.97	1.2297	0.03	0.026	50	1229.7	30	2.5	0.6149	19.52	16.91	2.6	13.33	
59	0.03	50.08	1.2300	0.047	0.04	50.05	1230	47	2.5	0.6156	30.54	25.99	4.5	14.89	
60	0.03	49.97	1.2294	0.04	0.035	49.95	1229.4	40	2.5	0.6141	26.06	22.80	3.3	12.50	
61	0.04	49.09	1.2209	0.038	0.03	48.40	1220.9	38	2.5	0.5909	25.72	20.31	5.4	21.05	
62	0.03	50.7	1.2334	0.034	0.031	50.67	1233.4	34	2.5	0.6250	21.76	19.84	1.9	8.82	
63	0.03	50.14	1.2303	0.039	0.028	50.11	1230.3	39	2.5	0.6165	25.30	18.17	7.1	28.21	
64	0.05	49.89	1.2289	0.046	0.033	49.85	1228.9	46	2.5	0.6126	30.04	21.55	8.5	28.26	
65	0.04	50.15	1.2304	0.042	0.036	50.13	1230.4	42	2.5	0.6168	27.24	23.35	3.9	14.29	
66	0.04	50.08	1.2300	0.044	0.041	50.05	1230	44	2.5	0.6156	28.59	26.64	1.9	6.82	
67	0.03	49.85	1.2287	0.044	0.039	49.82	1228.7	44	2.5	0.6121	28.75	25.48	3.3	11.36	
68	0.03	49.1	1.2208	0.04	0.038	48.38	1220.8	40	2.5	0.5906	27.09	25.74	1.4	5.00	
69	0.03	50.11	1.2300	0.039	0.037	50.05	1230	39	2.5	0.6156	25.34	24.04	1.3	5.13	
70	0.02	49.36	1.226	0.029	0.028	49.33	1226	29	2.5	0.6048	19.18	18.52	0.7	3.45	
71	0.03	49.12	1.2247	0.031	0.029	49.09	1224.7	31	2.5	0.6012	20.63	19.29	1.3	6.45	
ESPECIFICACION											≤ 50 UI	≤ 20 UI			

El lote 64 registro el mayor resultado de turbidez con un 8.5 UI, sin salirse de la especificación.

TABLA 7. Propiedades físico-químicas del azúcar refinada obtenidas durante el mes de Octubre a partir de los lotes muestreados, durante la aplicación de los métodos ICUMSA GS2/3-10, GS2/3-18 en la determinación de color y turbidez en UI y el % remoción de cada uno de ellos. Nota: el color 2 filtrado (en amarillo) es el color en UI.

		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS COCA-COLA FEMSA PLANTA SAN CRISTOBAL										MES- OCTUBRE-2012		
		RESULTADOS FISICOQUIMICOS DE EDULCORANTES MÉTODO ICUMSA CARACTERÍSTICAS FISICOQUIMICAS DE LA AZÚCAR REFINADA												
LOTE	HUMEDAD	Brix	DENSIDAD (Kg/m ³)	as 1	as 2	RDS	DENSIDAD *1000	as * 1000	b	c	COLOR 1	COLOR 2	TURBIDEZ (UI)	REMOCION COLOR (UI)
72	0.04	50.45	1.232	0.029	0.026	50.42	1232	29	2.5	0.6212	18.67	16.74	1.9	10.34
73	0.05	49.84	1.2287	0.046	0.037	49.82	1228.7	46	2.5	0.6121	30.06	24.18	5.9	19.57
74	0.03	49.33	1.2257	0.041	0.039	49.27	1225.7	41	2.5	0.6039	27.16	25.83	1.3	4.88
75	0.03	50.23	1.2308	0.035	0.032	50.2	1230.8	35	2.5	0.6179	22.66	20.72	1.9	8.57
76	0.03	50.16	1.2305	0.028	0.022	50.15	1230.5	28	2.5	0.6171	18.15	14.26	3.9	21.43
77	0.03	49.97	1.2297	0.03	0.026	50	1229.7	30	2.5	0.6149	19.52	16.91	2.6	13.33
78	0.03	50.08	1.2300	0.047	0.04	50.05	1230	47	2.5	0.6156	30.54	25.99	4.5	14.89
79	0.03	49.97	1.2294	0.04	0.035	49.95	1229.4	40	2.5	0.6141	26.06	22.80	3.3	12.50
80	0.04	49.09	1.2209	0.038	0.03	48.40	1220.9	38	2.5	0.5909	25.72	20.31	5.4	21.05
81	0.03	50.7	1.2334	0.034	0.031	50.67	1233.4	34	2.5	0.6250	21.76	19.84	1.9	8.82
82	0.03	50.05	1.2298	0.04	0.031	50.02	1229.8	40	2.5	0.6151	26.01	20.16	5.9	22.50
83	0.03	49.85	1.2287	0.061	0.054	49.82	1228.7	61	2.5	0.6121	39.86	35.29	4.6	11.48
84	0.03	50.05	1.2298	0.039	0.034	50.02	1229.8	39	2.5	0.6151	25.36	22.11	3.3	12.82
85	0.03	49.05	1.2243	0.044	0.038	49.02	1224.3	44	2.5	0.6002	29.33	25.33	4.0	13.64
86	0.03	50.01	1.2296	0.043	0.035	49.98	1229.6	43	2.5	0.6146	27.99	22.78	5.2	18.60
87	0.03	49.49	1.2267	0.035	0.029	49.45	1226.7	35	2.5	0.6066	23.08	19.12	4.0	17.14
88	0.02	48.25	1.2200	0.038	0.035	48.24	1220.0	38	2.5	0.5885	25.83	23.79	2.0	7.89
89	0.03	48.95	1.2238	0.034	0.027	48.93	1223.8	34	2.5	0.5988	22.71	18.04	4.7	20.59
90	0.03	49.84	1.2287	0.019	0.013	49.82	1228.7	19	2.5	0.6121	12.42	8.49	3.9	31.58
91	0.04	50.40	1.2317	0.013	0.010	50.36	1231.7	13	2.5	0.6203	8.38	6.45	1.9	23.08
92	0.03	49.96	1.2293	0.016	0.008	49.93	1229.3	16	2.5	0.6138	10.43	5.21	5.2	50.00
93	0.03	51.41	1.2318	0.009	0.007	50.38	1231.8	9	2.5	0.6206	5.80	4.51	1.3	22.22
94	0.03	50.54	1.2325	0.031	0.027	50.51	1232.5	31	2.5	0.6225	19.92	17.35	2.6	12.90
95	0.03	49.42	1.2263	0.035	0.028	49.38	1226.3	35	2.5	0.6055	23.12	18.50	4.6	20.00
											ESPECIFICACION	≤ 50 UI	≤ 20 UI	

El lote 83 registro el mayor resultado de color 35.29 UI, sin salirse de la especificación.

En la figura 15 se muestra gráficamente el comportamiento de color UI del azúcar refinado, dentro de su especificación máxima permitida de acuerdo al método ICUMSA GS2/3-10 (2007).

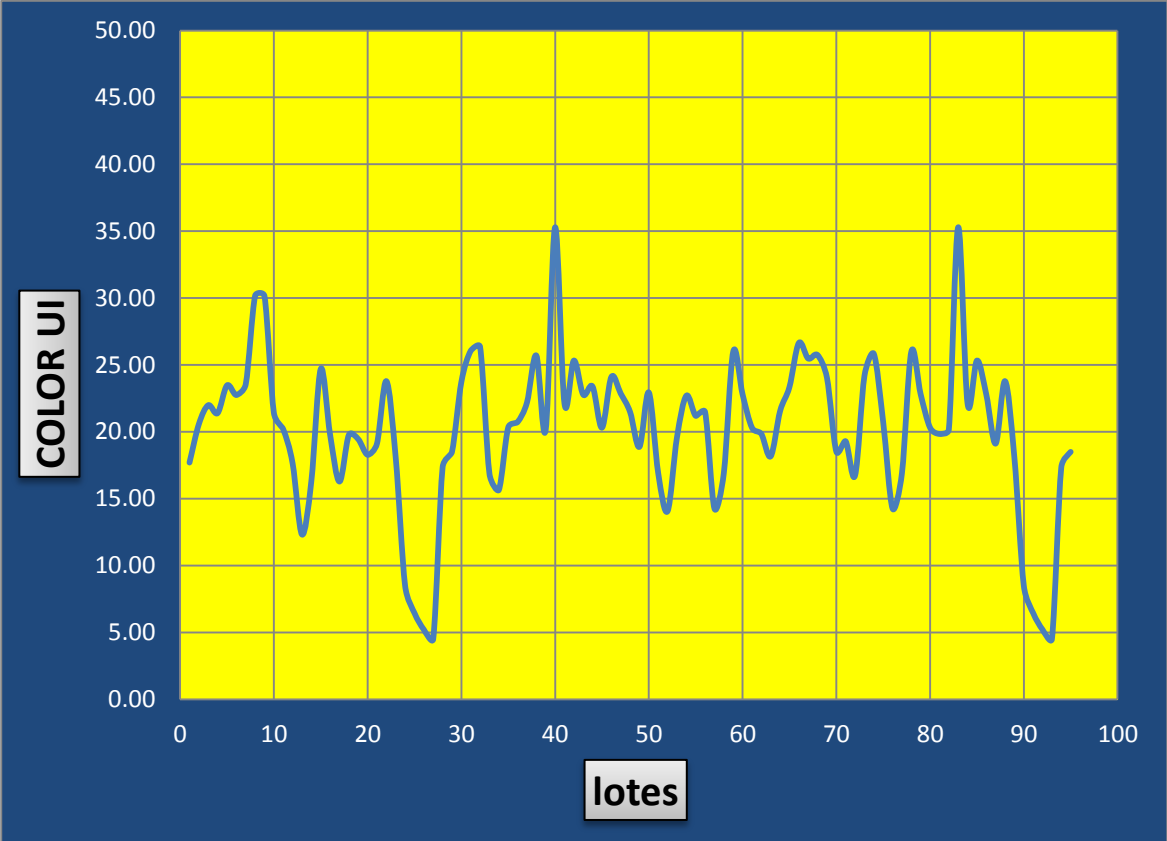


Figura 15. Comportamiento de color UI en la azúcar refinada

En la figura 16, se muestra gráficamente el comportamiento de la turbidez UI de la azúcar refinada, dentro de su especificación máxima permitida de 20 UI de acuerdo al método ICUMSA GS2/3-18 (2007).

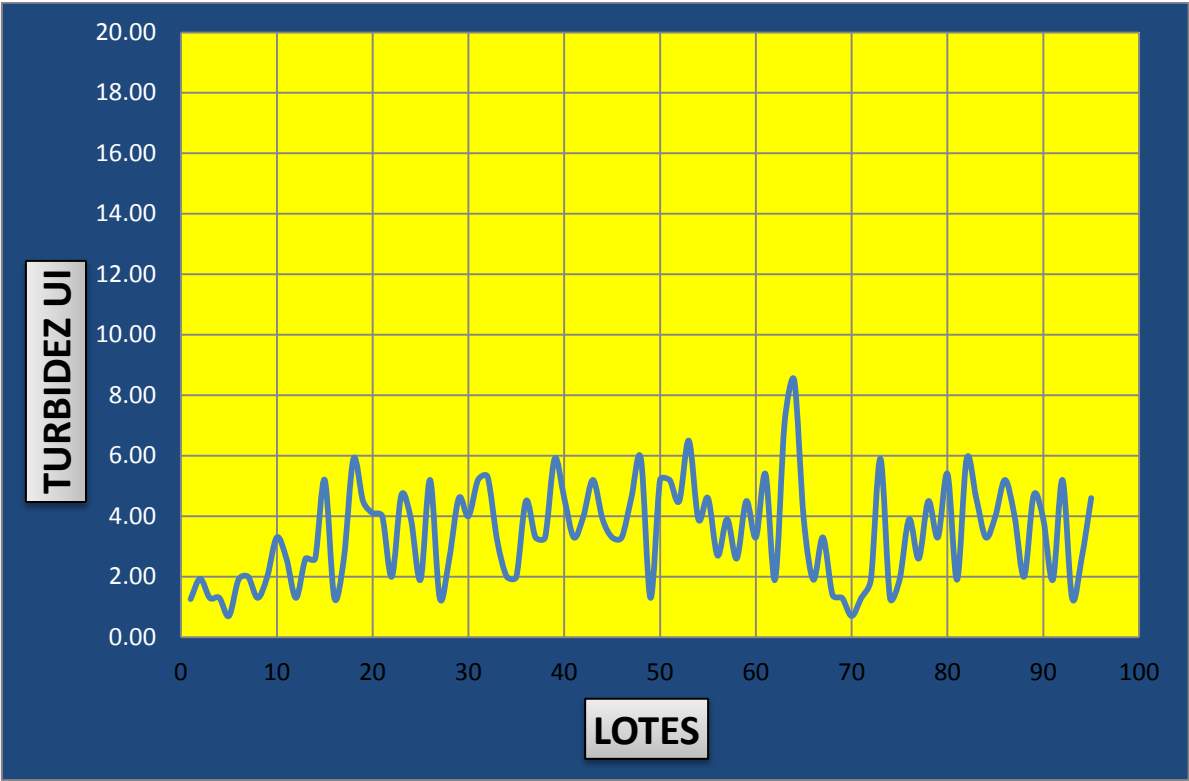


Figura 16. Comportamiento de la turbidez UI en el azúcar Refinada

4.2 ESTADISTICA DESCRIPTIVA

A los resultados obtenidos en las pruebas de determinación de color y turbidez en unidades UI, aplicada al azúcar refinado, se les aplicó un tratamiento, con el objetivo de resumir e interpretar los datos obtenidos (tabla12).

Parametro	COLOR UI	TURBIDEZ UI
Media Aritmetica	20.13	3.47
Desviación Estándar	5.8	1.63
Error Estándar	0.6	0.17
Valor Minimo	4.51	0.7
Valor Maximo	35.29	8.5
Rango	30.78	7.8
Numero de datos	95	95

TABLA 8 . Tratamiento Estadístico de Color y Turbidez en UI de la azúcar refinada

4.2.1 HISTOGRAMA DE COLOR UI

Los datos obtenidos de Color UI se agruparon en un Histograma, que permite ver la distribución de estos valores.

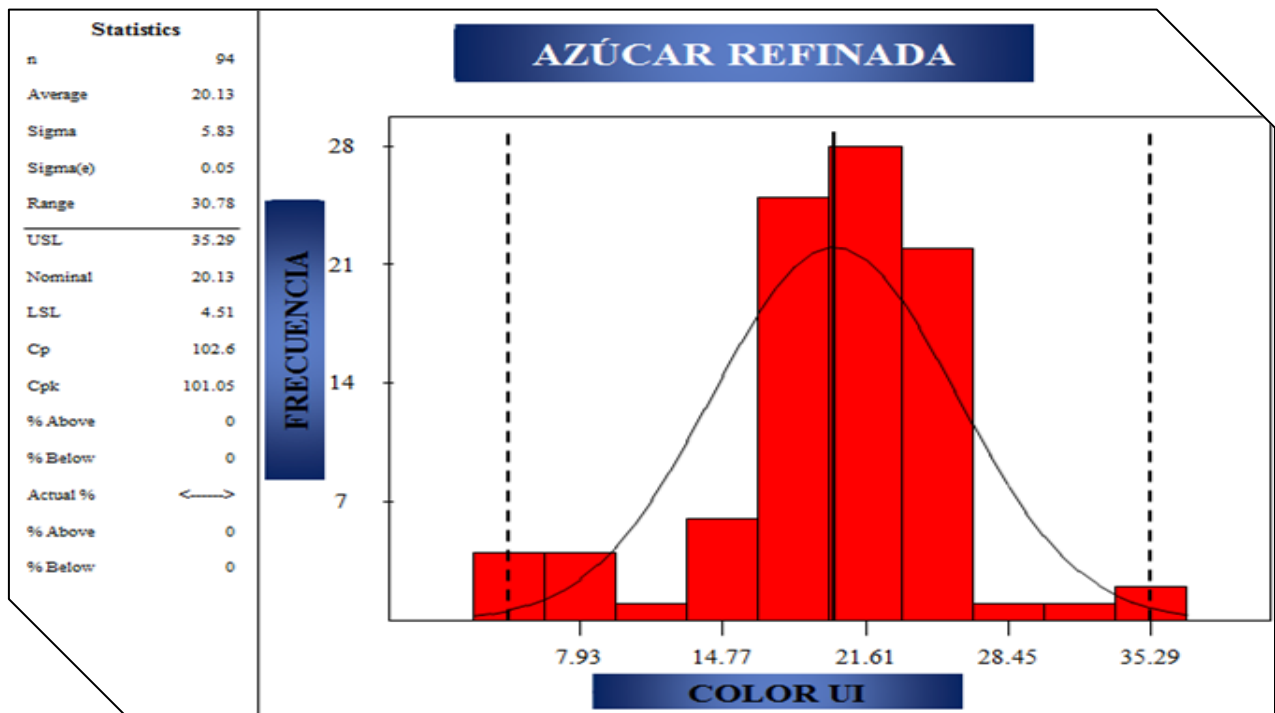


Figura 17. Representación grafica de la distribución de resultados de color, cuyos límites mínimos y máximos están delimitados, además de representar la media Aritmética de ese conjunto de datos.

Los datos obtenidos de Color UI, muestran que hay más datos cercanos a la media, es decir que predominan datos más altos a comparación de datos bajos o fuera de los límites obtenidos, pero sin salirse claro de la especificación que es de 50 UI de acuerdo al método ICUMSA GS2/3-10 (2007). La media Aritmética o promedio del color es de 20.13 UI, por lo tanto hay mayores datos cercanos a ese número que se obtuvieron como se muestra en la Grafica 4. La campana que se muestra en el Histograma 1 y 2 se llama Mesocúrtica, debido a que se obtuvieron valores medianos a los del coeficiente y por lo tanto su coeficiente de Curtosis obtenido con el tratamiento Estadístico fue de 1.62 es decir cercano a cero.

4.2.2 GRAFICO DE CONTROL DE COLOR UI

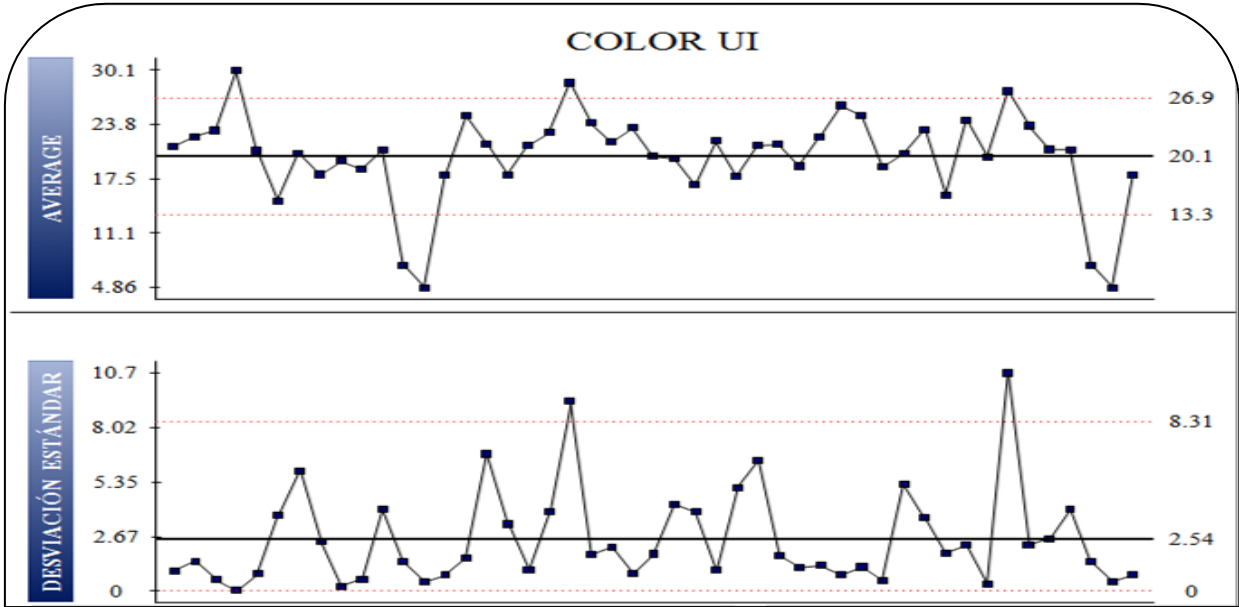


Figura 18. Gráfico de Control

Para poder representar el comportamiento de los datos de color UI obtenidos, se utilizo un Grafico de Control, el cual nos permite ver como mis datos se alejan unos con otros, si estos se acercan a mi media aritmética o se alejan de ella, la mayoría de los datos están cerca de la media aritmética confirmando con lo que se muestra en el Histograma de Color UI. La desviación estándar del conjunto de datos fue 5.83 UI esto nos permite saber el grado de dispersión que hubo en nuestros datos de color.

4.2.3 HISTOGRAMA DE TURBIDEZ

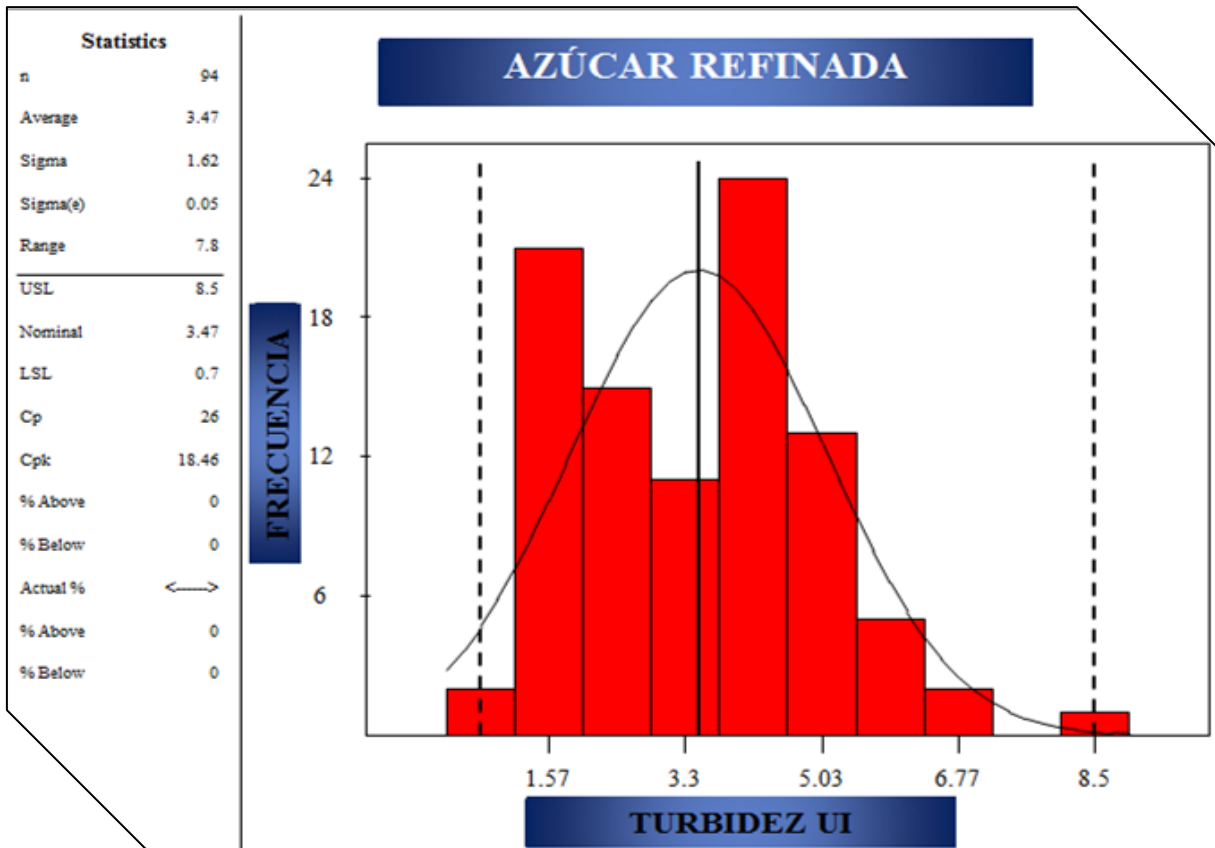


Figura 19. Histograma

El comportamiento de turbidez es similar al de color, la mayoría de los datos están cerca de la media aritmética con una frecuencia mayor de 4.2 UI con muy pocos datos que se alejan considerablemente, el valor mínimo obtenido de turbidez fue de 0.25 y el mas alto fue de 6.49 estos datos sirven de limites en el histograma. Claramente se observa que la media aritmética se encuentra cerca de los datos que más se repiten, por lo mismo la media aritmética obtenida fue de 1.14 UI.

4.2.4 GRAFICO DE CONTROL DE TURBIDEZ UI

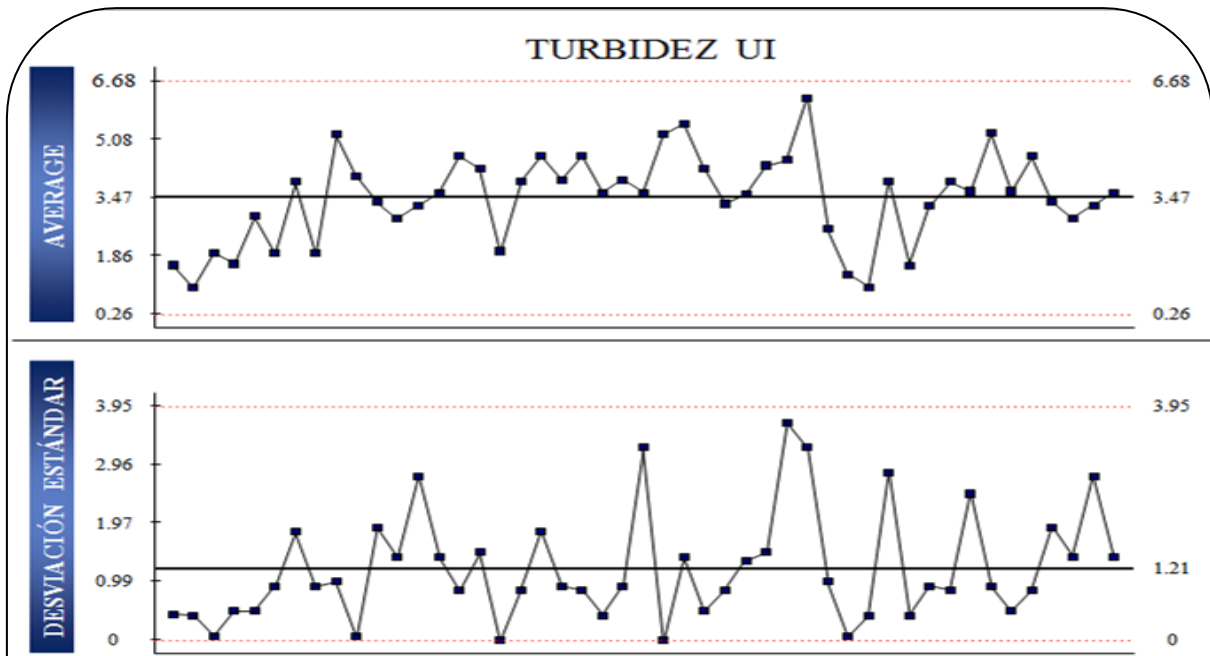


Figura 20. Gráfico de Control

En el Grafico de Control, se observa el comportamiento de los datos de Turbidez UI, el cual sirve de referencia para ver como mis datos se alejan uno con otro, si estos se acercan a mi media aritmética o se alejan de ella, la mayoría de los datos están cerca de la media aritmética confirmando con lo que se muestra en el Histograma de turbidez UI. La desviación estándar del conjunto de datos fue 1.62 UI esto nos permite saber el grado de dispersión que hubo en nuestros datos de Turbidez UI, en este caso hubo una desviación estándar pequeña.

4.3 PORCENTAJE DE REMOCIÓN

4.3.1 AZÚCAR REFINADA

Se le determino el porcentaje de remoción de color a todas las soluciones filtradas con respecto a las que no se les aplico un tratamiento de filtración, esto para determinar la cantidad exacta de remoción.

4.3.2 PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE COLOR UI:

El porcentaje de remoción de color fue obtenido mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ DE REMOCION} = \frac{\text{color 1} - \text{color 2}}{\text{color 1}} * 100 \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

Color 1: es el color de la solución sin filtrar.

Color 2: es el color de la solución filtrada.

EJEMPLO:

Lote 1

Los valores para el lote 1 fueron:

$$\text{Color 1} = 18.97 \text{ UI} \quad \text{Color 2} = 15.17 \text{ UI}$$

Sustituyendo en la ecuación 3 queda:

$$\% \text{ DE REMOCION} = \frac{(18.97) - (15.17)}{18.97} * 100 = 20 \quad (\text{Ecuación 3})$$

NOTA: El tratamiento no aplico a la turbidez debido a que el método ICUMSA GS2/3-18(2007) necesita los resultados de color filtrado 1 y el que no fue filtrado 2, para la obtención de la turbidez en UI.

TABLA 9

LOTE	% REMOCION COLOR (UI)
1	6.67
2	8.57
3	5.56
4	5.71
5	2.70
6	7.89
7	7.69
8	4.17
9	6.25
10	13.51
11	11.43
12	6.90
13	17.39
14	13.79
15	17.39
16	6.25
17	13.79
18	23.08
19	18.92
20	18.18
21	17.14
22	7.89
23	20.59

TABLA 10

LOTE	% REMOCION COLOR (UI)
24	31.58
25	23.08
26	50.00
27	22.22
28	12.90
29	20.00
30	14.29
31	16.67
32	16.67
33	16.13
34	11.11
35	8.82
36	17.95
37	12.82
38	11.36
39	22.50
40	11.48
41	12.82
42	13.64
43	18.60
44	14.29
45	13.89
46	11.90

TABLA 11

LOTE	% REMOCION COLOR (UI)
47	16.67
48	21.43
49	6.45
50	18.6
51	23.53
52	24.14
53	25
54	14.63
55	17.95
56	11.11
57	21.43
58	13.33
59	14.89
60	12.5
61	21.05
62	8.82
63	28.21
64	28.26
65	14.29
66	6.82
67	11.36
68	5
69	5.13
70	3.45
71	6.45

TABLA 12

LOTE	% REMOCION COLOR (UI)
72	10.34
73	19.57
74	4.88
75	8.57
76	21.43
77	13.33
78	14.89
79	12.50
80	21.05
81	8.82
82	22.50
83	11.48
84	12.82
85	13.64
86	18.60
87	17.14
88	7.89
89	20.59
90	31.58
91	23.08
92	50.00
93	22.22
94	12.90
95	20.00

El promedio de remoción de color fue del 19.3 % de las soluciones de azúcar refinada.

4.4 JARABE DE MAÍZ DE ALTA FRUCTOSA 55

Se obtuvieron 113 resultados de color y turbidez en UI de los lotes de fructosa muestreados.

4.4.1 COLOR UI:

De los 113 resultados de color que se muestran en las figuras 21, 22, 23 y 24, no hubo un solo lote que tuviera más de 50 UI, que es la especificación máxima que marca el método ICUMSA GS2/3-10 (2007), como color máximo en un jarabe de maíz de alta fructosa 55. Por el contrario los resultados demostraron estar por debajo de su especificación.. El lote 72 obtuvo un color de 26.41 UI, siendo el lote de mayor color.

4.4.2 TURBIDEZ UI:

De los 113 resultados de turbidez que se muestran en las figuras 21, 22, 23 y 24, demostraron estar por debajo de la especificación máxima de 20 UI en fructosa, que marca el método ICUMSA GS2/3-18 (2007).

TABLA 13. Propiedades fisicoquímicas del jarabe de maíz de alta fructosa 55 obtenidas a partir de los lotes muestreados en el mes de Julio, durante la aplicación de los métodos ICUMSA GS2/3-10, GS2/3-18 en la determinación de color y turbidez en UI, el método estándar SM-PR-485 en la determinación de turbidez en NTU y el % remoción de cada uno de ellos. Nota: el color 2 filtrado (en amarillo) es el color en UI.



 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS Coca-Cola FEMSA PLANTA SANCRISTOBAL RESULTADOS FISICOQUIMICOS DE EDULCORANTES													MES - JULIO - 2012			
LOTE	METODO ICUMSA GS 2/3-18 (2007) CARACTERISTICAS FISICAS (HFSS)															
	°BRIX	DENSIDAD (Kg/m ³)	TURBIDEZ ANTES DE FILTRAR (NTU)	TURBIDEZ FILTRADA (NTU)	AS1	AS2 (UI)	DENSIDAD* 1000	RDS	b	c	COLOR (UI)	COLOR (UI)	TURBIDEZ (UI)	% REMOCION COLOR (UI)	% REMOCION TURBIDEZ (NTU)	
1	50.90	1.2345	0.16	0.14	0.037	0.035	1234.5	50.87	2.5	0.628	23.57	22.3	1.27	5.41	12.5	
2	49.08	1.2245	0.15	0.14	0.039	0.037	1224.5	49.05	2.5	0.601	25.97	24.6	1.33	5.13	6.67	
3	49.29	1.2257	0.20	0.18	0.037	0.036	1225.7	49.27	2.5	0.604	24.51	23.8	0.66	2.70	10.00	
4	51.10	1.2360	0.18	0.16	0.021	0.020	1236.0	51.15	2.5	0.632	13.29	12.7	0.63	4.76	11.11	
5	50.22	1.2307	0.19	0.16	0.032	0.031	1230.7	50.05	2.5	0.616	20.78	20.1	0.65	3.13	15.79	
6	49.57	1.2272	0.16	0.15	0.015	0.014	1227.2	49.55	2.5	0.608	9.87	9.2	0.66	6.67	6.25	
7	50.29	1.2311	0.19	0.18	0.035	0.033	1231.1	50.25	2.5	0.619	22.63	21.3	1.29	5.71	5.26	
8	50.31	1.2314	0.16	0.14	0.031	0.029	1231.4	50.31	2.5	0.620	20.02	18.7	1.29	6.45	12.50	
9	48.90	1.2236	0.18	0.16	0.024	0.023	1223.6	48.89	2.5	0.598	16.05	15.4	0.67	4.17	11.11	
10	49.49	1.2267	0.16	0.14	0.024	0.023	1226.7	49.45	2.5	0.607	15.83	15.2	0.66	4.17	12.50	
11	50.130	1.2302	0.16	0.14	0.021	0.02	1230.2	50.05	2.5	0.616	13.64	13.0	0.65	4.76	12.50	
12	50.24	1.2309	0.19	0.17	0.025	0.021	1230.9	50.22	2.5	0.618	16.18	13.6	2.59	16.00	10.53	
13	49.86	1.2238	0.15	0.13	0.020	0.018	1223.8	48.93	2.5	0.599	13.36	12.0	1.34	10.00	13.33	
14	50.39	1.2317	0.18	0.16	0.021	0.02	1231.7	50.36	2.5	0.620	13.54	12.9	0.64	4.76	11.11	
15	50.20	1.2306	0.15	0.13	0.026	0.022	1230.6	50.16	2.5	0.617	16.85	14.3	2.59	15.38	13.33	
16	49.60	1.2274	0.15	0.13	0.023	0.021	1227.4	49.58	2.5	0.609	15.12	13.8	1.31	8.70	13.33	
17	48.97	1.2238	0.14	0.12	0.021	0.02	1223.8	48.93	2.5	0.599	14.03	13.4	0.67	4.76	14.29	
18	48.80	1.2230	0.13	0.11	0.022	0.02	1223.0	50.05	2.5	0.612	14.38	13.1	1.31	9.09	15.38	
19	48.57	1.2217	0.15	0.13	0.031	0.03	1221.7	48.55	2.5	0.593	20.91	20.2	0.67	3.23	13.33	
20	48.59	1.2214	0.14	0.12	0.026	0.025	1221.4	48.49	2.5	0.592	17.56	16.9	0.68	3.85	14.29	
21	49.59	1.2273	0.15	0.13	0.036	0.035	1227.3	49.56	2.5	0.608	23.67	23.0	0.66	2.78	13.33	
22	49.02	1.2261	0.13	0.11	0.030	0.028	1226.1	49.35	2.5	0.605	19.83	18.5	1.32	6.67	15.38	
23	49.17	1.2250	0.14	0.11	0.017	0.015	1225.0	49.15	2.5	0.602	11.29	10.0	1.33	11.76	21.43	
24	49.29	1.2257	0.13	0.10	0.019	0.016	1225.7	49.28	2.5	0.604	12.58	10.6	1.99	15.79	23.08	
25	49.65	1.2297	0.13	0.10	0.020	0.019	1229.7	50.00	2.5	0.615	13.01	12.4	0.65	5.00	23.08	
26	50.04	1.2298	0.21	0.19	0.016	0.015	1229.8	50.11	2.5	0.616	10.39	9.7	0.65	6.25	9.52	
27	49.49	1.2265	0.23	0.21	0.016	0.015	1226.5	49.41	2.5	0.606	10.56	9.9	0.66	6.25	8.70	
28	50.69	1.2334	0.25	0.23	0.024	0.021	1233.4	50.67	2.5	0.625	15.36	13.4	1.92	12.50	8.00	
PARAMETROS DE CONTROL												≤ 50 UI	≤ 50 UI	≤ 20 UI		

TABLA 14. Propiedades fisicoquímicas del jarabe de maíz de alta fructosa 55 obtenidas a partir de los lotes muestreados en el mes de Agosto, durante la aplicación de los métodos ICUMSA GS2/3-10, GS2/3-18 en la determinación de color y turbidez en UI, el método estándar SM-PR-485 en la determinación de turbidez en NTU y el % remoción de cada uno de ellos. Nota: el color 2 filtrado (en amarillo) es el color en UI.

LOTE		LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS Coca-Cola FEMSA PLANTA SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS RESULTADOS FISICOQUIMICOS DE EDULCOLORANTES											MES - AGOSTO - 2012		
		METODO ICUMSA GS 2/3-18 (2007) CARACTERISTICAS FISICAS (HFSS)											TURBIDEZ (UI)	% REMOCION COLOR (UI)	% REMOCION TURBIDEZ (NTU)
°BRIX	DENSIDAD (Kg/m3)	TURBIDEZ ANTES DE FILTRAR (NTU)	TURBIDEZ FILTRADA (NTU)	AS1	AS 2 (UI)	DENSIDAD* 1000	RDS	b	c	COLOR (UI)	COLOR (UI)				
29	48.94	1.2237	0.25	0.22	0.017	0.016	1223.7	48.91	2.5	0.599	11.36	10.7	0.67	5.88	12.00
30	48.85	1.2232	0.24	0.21	0.038	0.036	1223.2	48.82	2.5	0.597	25.45	24.1	1.34	5.26	12.50
31	48.90	1.2235	0.35	0.33	0.021	0.019	1223.5	48.87	2.5	0.598	14.05	12.7	1.34	9.52	5.71
32	50.80	1.2340	0.25	0.23	0.020	0.019	1234.0	50.78	2.5	0.627	12.77	12.1	0.64	5.00	8.00
33	50.08	1.2300	0.18	0.16	0.015	0.014	1230.0	50.04	2.5	0.615	9.75	9.1	0.65	6.67	11.11
34	50.36	1.2315	0.16	0.14	0.016	0.015	1231.5	50.31	2.5	0.620	10.33	9.7	0.65	6.25	12.50
35	50.30	1.2312	0.15	0.14	0.016	0.015	1231.2	50.26	2.5	0.619	10.34	9.7	0.65	6.25	6.67
36	49.41	1.2263	0.20	0.18	0.026	0.025	1226.3	49.00	2.5	0.601	17.31	16.6	0.67	3.85	10.00
37	50.26	1.2309	0.18	0.16	0.032	0.030	1230.9	50.2	2.5	0.618	20.71	19.4	1.29	6.25	11.11
38	48.16	1.2195	0.19	0.16	0.024	0.023	1219.5	48.15	2.5	0.587	16.35	15.7	0.68	4.17	15.79
39	49.10	1.2219	0.16	0.15	0.023	0.020	1221.9	48.58	2.5	0.594	15.50	13.5	2.02	13.04	6.25
40	49.65	1.2274	0.19	0.18	0.016	0.014	1227.4	49.58	2.5	0.609	10.52	9.2	1.31	12.50	5.26
41	49.92	1.2291	0.16	0.14	0.012	0.011	1229.1	49.89	2.5	0.613	7.83	7.2	0.65	8.33	12.50
42	49.99	1.2295	0.18	0.16	0.014	0.013	1229.5	49.96	2.5	0.614	9.12	8.5	0.65	7.14	11.11
43	49.05	1.2244	0.16	0.14	0.013	0.011	1224.4	49.04	2.5	0.600	8.66	7.3	1.33	15.38	12.50
44	49.65	1.2276	0.16	0.14	0.031	0.030	1227.6	49.62	2.5	0.609	20.36	19.7	0.66	3.23	12.50
45	49.67	1.2277	0.19	0.17	0.025	0.023	1227.7	49.64	2.5	0.609	16.41	15.1	1.31	8.00	10.53
46	50.25	1.2309	0.15	0.13	0.022	0.020	1230.9	50.22	2.5	0.618	14.24	12.9	1.29	9.09	13.33
47	49.79	1.2284	0.18	0.16	0.021	0.020	1228.4	49.76	2.5	0.611	13.74	13.1	0.65	4.76	11.11
48	49.55	1.2271	0.17	0.15	0.039	0.037	1227.1	49.53	2.5	0.608	25.67	24.4	1.32	5.13	11.76
49	49.54	1.2269	0.15	0.13	0.037	0.036	1226.9	49.49	2.5	0.607	24.37	23.7	0.66	2.70	13.33
50	49.86	1.2287	0.17	0.15	0.021	0.020	1228.7	49.82	2.5	0.612	13.72	13.1	0.65	4.76	11.76
51	50.46	1.2322	0.14	0.12	0.032	0.031	1232.2	50.45	2.5	0.622	20.59	19.9	0.64	3.13	14.29
52	48.92	1.2236	0.24	0.22	0.015	0.014	1223.6	48.89	2.5	0.598	10.03	9.4	0.67	6.67	8.33
53	49.99	1.2295	0.22	0.20	0.035	0.033	1229.5	49.96	2.5	0.614	22.79	21.5	1.30	5.71	9.09
54	49.74	1.2281	0.18	0.16	0.031	0.021	1228.1	49.71	2.5	0.610	20.31	13.8	6.55	32.26	11.11
55	49.87	1.2269	0.23	0.21	0.024	0.023	1226.9	49.84	2.5	0.611	15.70	15.0	0.65	4.17	8.70
56	49.52	1.2269	0.14	0.12	0.024	0.023	1226.9	49.49	2.5	0.607	15.81	15.2	0.66	4.17	14.29
PARAMETROS DE CONTROL											≤ 50 UI	≤ 50 UI	≤ 20 UI		


La mayor turbidez registrada fue de 6.55 UI del lote 54.

TABLA 15. Propiedades fisicoquímicas del jarabe de maíz de alta fructosa 55 obtenidas a partir de los lotes muestreados en el mes de Septiembre, durante la aplicación de los métodos ICUMSA GS2/3-10, GS2/3-18 en la determinación de color y turbidez en UI, el método estándar SM-PR-485 en la determinación de turbidez en NTU y el % remoción de cada uno de ellos. Nota: el color 2 filtrado (en amarillo) es el color en UI.

 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS Coca-Cola FEMSA PLANTA SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS RESULTADOS FISICOQUIMICOS DE EDULCOLORANTES													MES - SEPTIEMBRE - 2012		
LOTE	METODO ICUMSA GS 2/3-18 (2007) CARACTERISTICAS FISICAS (HFSS)														
	°BRIX	DENSIDAD (Kg/m3)	TURBIDEZ ANTES DE FILTRAR (NTU)	TURBIDEZ FILTRADA (NTU)	AS 1	AS 2 (UI)	DENSIDAD* 1000	RDS	b	c	COLOR (UI)	COLOR (UI)	TURBIDEZ (UI)	% REMOCION COLOR (UI)	% REMOCION TURBIDEZ (NTU)
57	49.6	1.2273	0.21	0.19	0.034	0.033	1227.3	49.56	2.5	0.608	22.36	21.7	0.66	2.94	9.52
58	49.43	1.2264	0.16	0.14	0.038	0.036	1226.4	49.40	2.5	0.606	25.09	23.8	1.32	5.26	12.50
59	49.62	1.2274	0.13	0.10	0.043	0.040	1227.4	49.58	2.5	0.609	28.26	26.3	1.97	6.98	23.08
60	49.24	1.2264	0.13	0.10	0.042	0.04	1226.4	49.40	2.5	0.606	27.73	26.4	1.32	4.76	23.08
61	49.08	1.2245	0.15	0.13	0.037	0.032	1224.5	49.05	2.5	0.601	24.64	21.3	3.33	13.51	13.33
62	49.38	1.2262	0.15	0.13	0.038	0.032	1226.2	49.36	2.5	0.605	25.11	21.1	3.97	15.79	13.33
63	49.35	1.2260	0.14	0.12	0.031	0.030	1226	49.33	2.5	0.605	20.50	19.8	0.66	3.23	14.29
64	49.41	1.2263	0.13	0.11	0.035	0.034	1226.3	49.38	2.5	0.606	23.12	22.5	0.66	2.86	15.38
65	49.35	1.226	0.15	0.13	0.035	0.034	1226	49.33	2.5	0.605	23.15	22.5	0.66	2.86	13.33
66	50.24	1.2309	0.14	0.12	0.033	0.032	1230.9	50.22	2.5	0.618	21.35	20.7	0.65	3.03	14.29
67	49.05	1.2243	0.15	0.13	0.032	0.031	1224.3	49.02	2.5	0.600	21.33	20.7	0.67	3.13	13.33
68	50.39	1.2317	0.13	0.11	0.034	0.033	1231.7	50.36	2.5	0.620	21.93	21.3	0.64	2.94	15.38
69	49.7	1.2279	0.14	0.11	0.033	0.032	1227.9	49.67	2.5	0.610	21.64	21.0	0.66	3.03	21.43
70	49.65	1.2276	0.13	0.1	0.031	0.030	1227.6	49.63	2.5	0.609	20.35	19.7	0.66	3.23	23.08
71	49.25	1.2254	0.13	0.1	0.034	0.032	1225.4	49.22	2.5	0.603	22.55	21.2	1.33	5.88	23.08
72	49.75	1.2282	0.13	0.11	0.035	0.033	1228.2	49.73	2.5	0.611	22.92	21.6	1.31	5.71	15.38
73	49.2	1.2251	0.16	0.14	0.034	0.033	1225.1	49.16	2.5	0.602	22.58	21.9	0.66	2.94	12.50
74	49.43	1.2264	0.14	0.11	0.034	0.033	1226.4	49.4	2.5	0.606	22.45	21.8	0.66	2.94	21.43
75	48.99	1.224	0.13	0.1	0.035	0.034	1224	48.96	2.5	0.599	23.36	22.7	0.67	2.86	23.08
76	49.54	1.227	0.13	0.11	0.039	0.037	1227	49.51	2.5	0.607	25.68	24.4	1.32	5.13	15.38
77	49.24	1.2254	0.14	0.12	0.035	0.034	1225.4	49.22	2.5	0.603	23.21	22.5	0.66	2.86	14.29
78	48.92	1.2236	0.15	0.13	0.035	0.034	1223.6	48.89	2.5	0.598	23.40	22.7	0.67	2.86	13.33
79	49.23	1.2253	0.13	0.11	0.025	0.021	1225.3	49.2	2.5	0.603	16.59	13.9	2.65	16.00	15.38
80	49.11	1.2246	0.12	0.10	0.02	0.018	1224.6	49.07	2.5	0.601	13.31	12.0	1.33	10.00	16.67
81	48.99	1.2245	0.13	0.11	0.021	0.02	1224.5	49.05	2.5	0.601	13.99	13.3	0.67	4.76	15.38
82	49.08	1.2247	0.13	0.11	0.026	0.022	1224.7	49.09	2.5	0.601	17.30	14.6	2.66	15.38	15.38
83	50.07	1.2300	0.13	0.11	0.023	0.021	1230	50.05	2.5	0.616	14.94	13.6	1.30	8.70	15.38
84	49.98	1.2294	0.14	0.12	0.021	0.02	1229.4	49.95	2.5	0.614	13.68	13.0	0.65	4.76	14.29
PARAMETROS DE CONTROL											< 50 UI	< 50 UI	< 20 UI		

El mayor color registrado fue de 26.4 UI del lote 60.

TABLA 16. Propiedades fisicoquímicas del jarabe de maíz de alta fructosa 55 obtenidas a partir de los lotes muestreados en el mes de Octubre, durante la aplicación de los métodos ICUMSA GS2/3-10, GS2/3-18 en la determinación de color y turbidez en UI, el método estándar SM-PR-485 en la determinación de turbidez en NTU y el % remoción de cada uno de ellos. Nota: el color 2 filtrado (en amarillo) es el color en UI.

 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE MATERIAS PRIMAS Coca-Cola FEMSA PLANTA SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS RESULTADOS FISICOQUIMICOS DE EDULCOLORANTES													MES - OCTUBRE - 2012		
LOTE	METODO ICUMSA GS 2/3-18 (2007) CARACTERISTICAS FISICAS (HFSS)											TURBIDEZ (UI)	% REMOCION COLOR (UI)	% REMOCION TURBIDEZ (NTU)	
	°BRUX	DENSIDAD (Kglm3)	TURBIDEZ ANTES DE FILTRAR (NTU)	TURBIDEZ FILTRADA (NTU)	AS1	AS 2 (UI)	DENSIDAD* 1000	RDS	b	c	COLOR (UI)				COLOR (UI)
86	49.95	1.2293	0.13	0.11	0.031	0.03	1229.3	49.93	2.5	0.614	20.20	19.6	0.65	3.23	15.38
87	49.5	1.2268	0.13	0.11	0.026	0.025	1226.8	49.47	2.5	0.607	17.14	16.5	0.66	3.85	15.38
88	50.33	1.2314	0.17	0.15	0.036	0.035	1231.4	50.31	2.5	0.620	23.24	22.6	0.65	2.78	11.76
89	49.61	1.2274	0.15	0.13	0.026	0.025	1227.4	49.58	2.5	0.609	17.09	16.4	0.66	3.85	13.33
90	50.90	1.2345	0.16	0.14	0.037	0.035	1234.5	50.87	2.5	0.628	23.57	22.3	1.27	5.41	12.5
91	49.08	1.2245	0.15	0.14	0.039	0.037	1224.5	49.05	2.5	0.601	25.97	24.6	1.33	5.13	6.67
92	49.29	1.2257	0.20	0.18	0.037	0.036	1225.7	49.27	2.5	0.604	24.51	23.8	0.66	2.70	10.00
93	51.10	1.2360	0.18	0.16	0.021	0.020	1236.0	51.15	2.5	0.632	13.29	12.7	0.63	4.76	11.11
94	50.22	1.2307	0.19	0.16	0.032	0.031	1230.7	50.05	2.5	0.616	20.78	20.1	0.65	3.13	15.79
95	49.57	1.2272	0.16	0.15	0.015	0.014	1227.2	49.55	2.5	0.608	9.87	9.2	0.66	6.67	6.25
96	50.29	1.2311	0.19	0.18	0.035	0.033	1231.1	50.25	2.5	0.619	22.63	21.3	1.29	5.71	5.26
97	50.31	1.2314	0.16	0.14	0.031	0.029	1231.4	50.31	2.5	0.620	20.02	18.7	1.29	6.45	12.50
98	48.90	1.2236	0.18	0.16	0.024	0.023	1223.6	48.89	2.5	0.598	16.05	15.4	0.67	4.17	11.11
99	49.49	1.2267	0.16	0.14	0.024	0.023	1226.7	49.45	2.5	0.607	15.83	15.2	0.66	4.17	12.50
100	50.130	1.2302	0.16	0.14	0.021	0.02	1230.2	50.05	2.5	0.616	13.64	13.0	0.65	4.76	12.50
101	50.24	1.2309	0.19	0.17	0.025	0.021	1230.9	50.22	2.5	0.618	16.18	13.6	2.59	16.00	10.53
102	49.86	1.2238	0.15	0.13	0.020	0.018	1223.8	49.93	2.5	0.599	13.36	12.0	1.34	10.00	13.33
103	50.39	1.2317	0.18	0.16	0.021	0.02	1231.7	50.36	2.5	0.620	13.54	12.9	0.64	4.76	11.11
104	50.20	1.2306	0.15	0.13	0.026	0.022	1230.6	50.16	2.5	0.617	16.85	14.3	2.59	15.38	13.33
105	49.60	1.2274	0.15	0.13	0.023	0.021	1227.4	49.58	2.5	0.609	15.12	13.8	1.31	8.70	13.33
106	48.97	1.2238	0.14	0.12	0.021	0.02	1223.8	48.93	2.5	0.599	14.03	13.4	0.67	4.76	14.29
107	48.80	1.2230	0.13	0.11	0.022	0.02	1223.0	50.05	2.5	0.612	14.38	13.1	1.31	9.09	15.38
108	48.57	1.2217	0.15	0.13	0.031	0.03	1221.7	48.55	2.5	0.593	20.91	20.2	0.67	3.23	13.33
109	48.59	1.2214	0.14	0.12	0.026	0.025	1221.4	48.49	2.5	0.592	17.56	16.9	0.68	3.85	14.29
110	49.59	1.2273	0.15	0.13	0.036	0.035	1227.3	49.56	2.5	0.608	23.67	23.0	0.66	2.78	13.33
111	49.02	1.2261	0.13	0.11	0.030	0.028	1226.1	49.35	2.5	0.605	19.83	18.5	1.32	6.67	15.38
112	49.17	1.2250	0.14	0.11	0.017	0.015	1225.0	49.15	2.5	0.602	11.29	10.0	1.33	11.76	21.43
113	49.29	1.2257	0.13	0.10	0.019	0.016	1225.7	49.28	2.5	0.604	12.58	10.6	1.99	15.79	23.08
PARAMETROS DE CONTROL											< 50 UI	< 50 UI	< 20 UI		

En la figura 21 se pudo observar un mejor comportamiento de color en UI de la fructosa 55, con respecto a los resultados obtenidos. La grafica muestra el comportamiento dentro de su especificación máxima que es de 50 UI de acuerdo al método aplicado ICUMSA GS2/3-10 (2007).

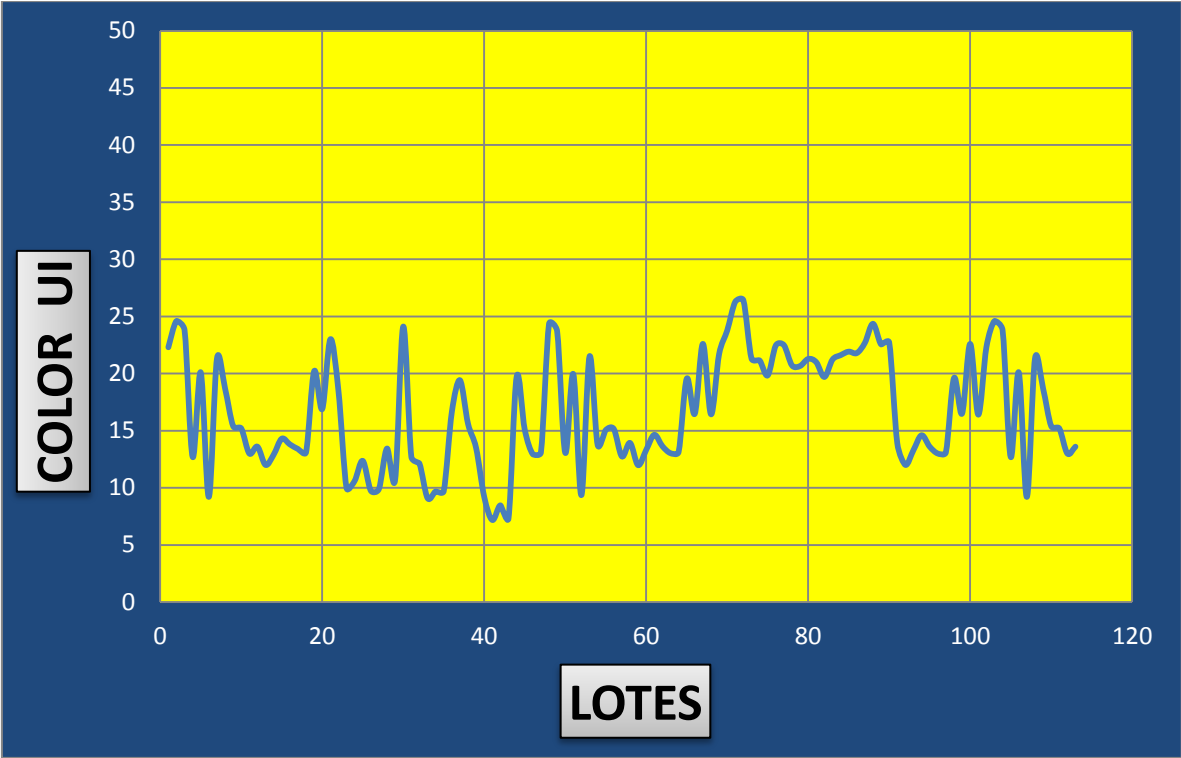


Figura 21. Comportamiento de Color UI en Fructosa

En la figura 22 se pudo observar un mejor comportamiento de la turbidez en UI de la fructosa 55, con respecto a los resultados obtenidos.

La grafica muestra el comportamiento dentro de su especificación máxima que es de 20 UI de acuerdo al método aplicado ICUMSA GS2/3-18 (2007).

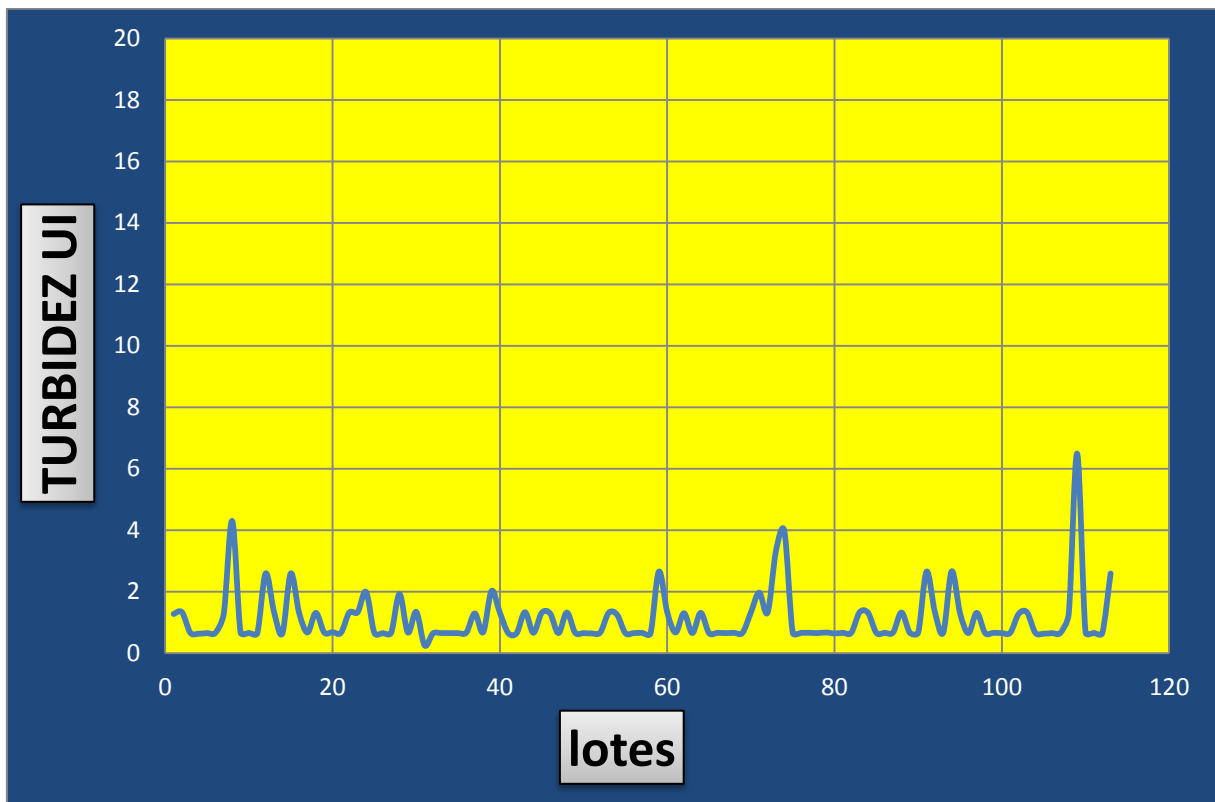


Figura 22. Comportamiento de la Turbidez UI en Fructosa

En la figura 23 se pudo observar un mejor comportamiento de la turbidez en UI de la fructosa 55, con respecto a los resultados obtenidos. La grafica muestra el comportamiento de acuerdo a los valores tan pequeños obtenidos, no a su especificación máxima que es de 10 NTU de acuerdo al método aplicado Estándar Físicoquímico SM-PR-485.

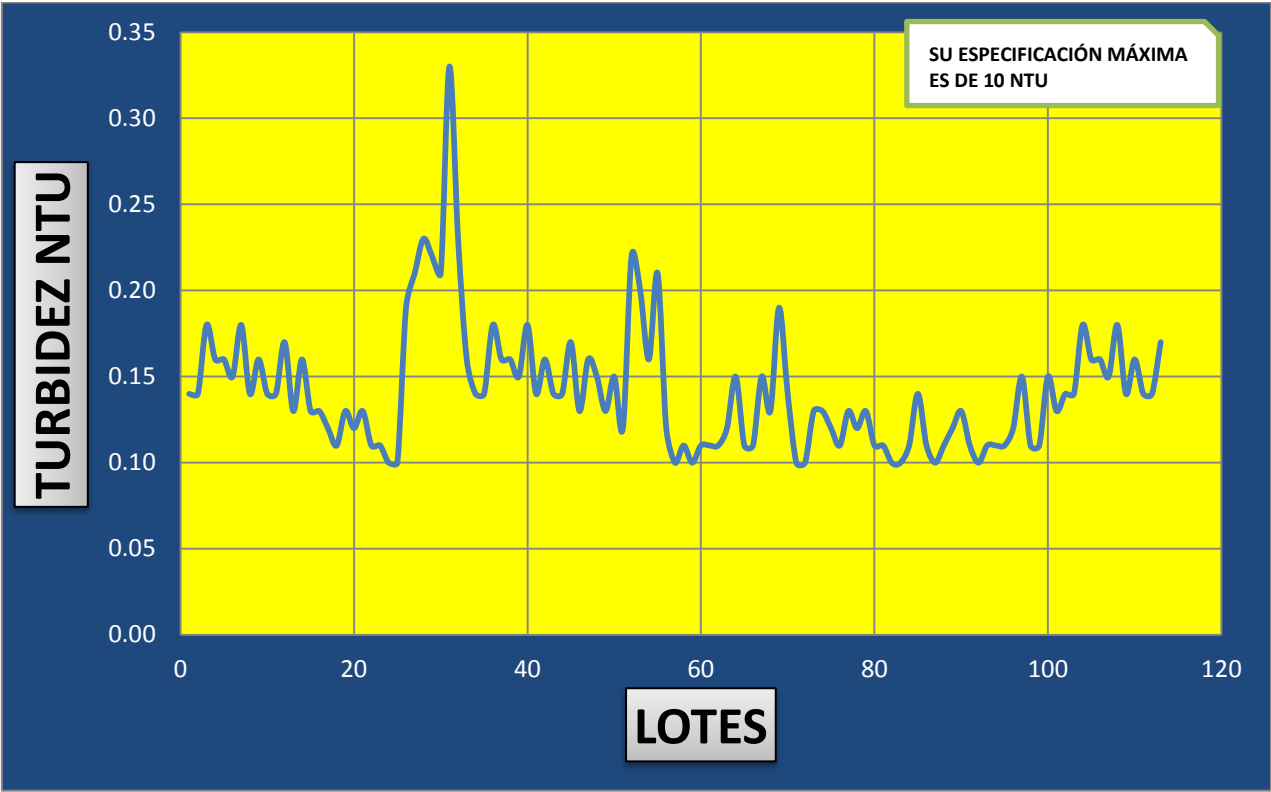


Figura 23. Comportamiento de la Turbidez en unidades NTU de la Fructosa

Nota: la turbidez UI vs turbidez NTU no existe ninguna correlación, los resultados obtenidos de las dos unidades diferentes, no se comportaron con similitud, valores obtenidos de turbidez UI de igual valor, eran diferentes a la turbidez NTU y recíprocamente para valores de turbidez NTU iguales.

FRUCTOSA 55 vs AZÚCAR REFINADA		
LOTE	TURBIDEZ UI	TURBIDEZ NTU
9	0.67	0.16
19	0.67	0.13
37	1.29	0.16
108	1.29	0.18
48	1.32	0.14
50	0.65	0.14
60	1.33	0.11
86	0.66	0.11

TABLA 17. Tabla comparativa de unidades UI y NTU de la turbidez aplicada a los edulcorantes.

De las 113 soluciones preparadas, la turbidez en NTU dio un resultado por debajo de su especificación máxima de 10 NTU, aun cuando las soluciones no fueron filtradas obtuvieron resultados cercanos a las muestras filtradas es decir, que no hubo demasiada diferencia como se ve en las tablas 13, 14, 15 y 16.

La aplicación del método ICUMSAGS2/3-10 (2007).Determinación de Color en solución de azúcares blancos y jarabes muy puros, junto con el método ICUMSA GS2/3-18 (2007). Determinación de Turbidez UI en soluciones de azúcar refinada y jarabe de maíz de alta fructosa 55. Se llevo un tiempo mayor a comparación del Método Estándar SM-PR-485 (ver figura 23). Determinación de Turbidez NTU de soluciones de azúcares. Considerando que es mas tardado el método ICUMSA GS2/3-10 (2007) ya que se determino el Color de las soluciones antes y después de filtrar con la ayuda de un espectrofotómetro y posteriormente la aplicación del método ICUMSA GS2/3-18 (2007), para la determinación de la Turbidez en UI.

En el caso del Método Estándar SM-PR-485, se necesito filtrar la muestra para hacer una comparación antes y después de filtrar, aun cuando el procedimiento indica que no se debe filtrar si la solución se pone sobre un fondo blanco y se debe observar apariencia característica, en todas las soluciones presento apariencia característica, es decir no necesitaba ser filtrada, además de no

necesitar el color para poder determinar la turbidez. Después de los resultados obtenidos se considero eliminar la filtración en el método estándar SM-PR-485 para la determinación de turbidez en Unidades Nefelometricas (NTU), debido a que no había mucha diferencia entre ellas (ver tablas 13, 14, 15 y 16).

Métodos ICUMSA	Tiempo (min)	Tiempo Total x muestra
Preparación de solución a 50 ° Brix	25	47
Filtración	9	
Desaireación	3	
Lectura con el Espectrofotómetro	7	
Cálculos	3	
Método Estándar		
Preparación de solución a 50 ° Brix	25	30
Lectura con el Turbidímetro	4	

TABLA 18. Tabla comparativa de los métodos ICUMSA y el método Estándar en relación al tiempo para la determinación de la Turbidez de los edulcorantes

4.5 ESTADISTICA DESCRIPTIVA

En base a los datos obtenidos en las pruebas de determinación de color y turbidez en unidades UI y turbidez NTU aplicada al jarabe de maíz de alta fructosa 55, se les aplico un tratamiento con ayuda de la estadística descriptiva a dichos datos, con el objetivo de resumir e interpretar los datos obtenidos.

Parametro	COLOR UI	TURBIDEZ UI	TURBIDEZ NTU
Media Aritmetica	16.67	1.14	0.14
Desviacion Estándar	4.96	0.96	0.04
Error Estándar	0.47	0.09	0
Valor Minimo	7.18	0.25	0.1
Valor Maximo	26.41	6.49	0.33
Rango	19.23	6.24	0.23
Numero de datos	113	113	113

TABLA 19. Tratamiento Estadístico de Color , Turbidez en UI y Turbidez en NTU

HISTOGRAMA DE COLOR UI

Los datos obtenidos de color UI se agruparon en un histograma, que permite ver la distribución de los valores.

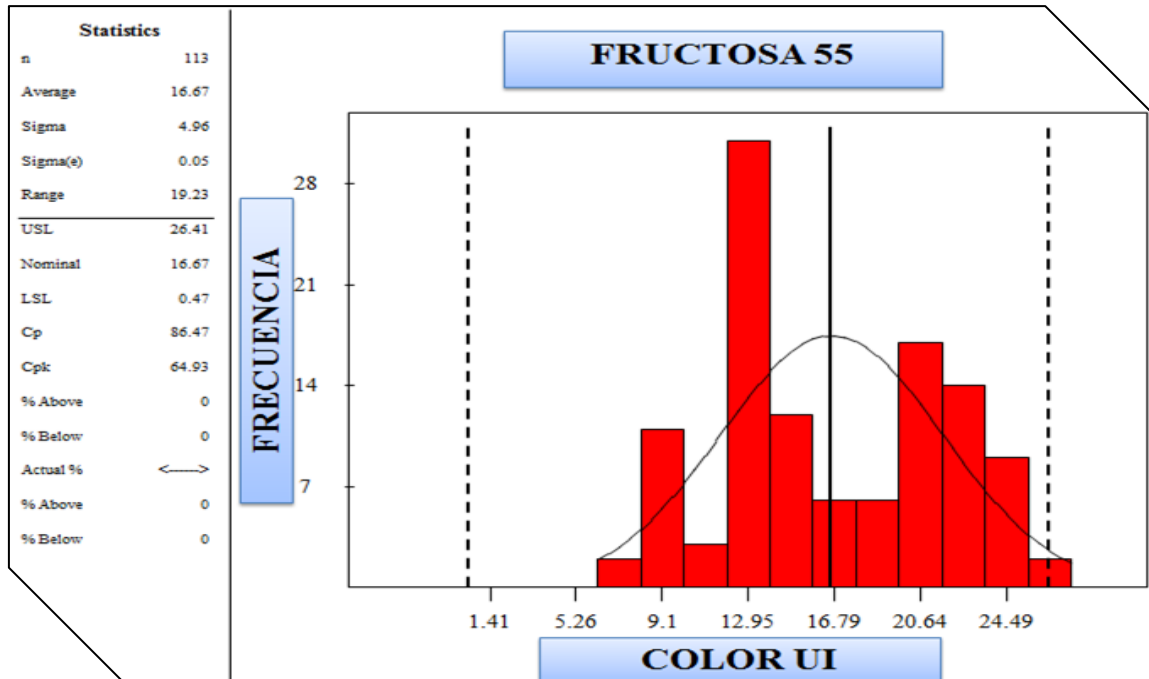


Figura 24. Los valores de mayor frecuencia fueron los que cayeron cerca del rango de 12.95, con más de 28 resultados.

La mayoría de los datos de color UI obtenidos muestran que hay más datos cercanos a la media Aritmética, es decir que predominan datos mas altos a comparación de datos bajos obtenidos, pero sin salirse de su especificación. La media Aritmética o promedio para el color es de 16.67 UI, por lo tanto hay mayores datos cercanos a ese número que se obtuvieron como se muestra en la figura 24. La campana que se muestra en el Histograma 1 y 2 se llama Mesocúrtica, debido a que se obtuvieron valores medianos a los del coeficiente y por lo tanto su coeficiente de Curtosis obtenido con el tratamiento Estadístico fue de -1.18 es decir cercano a cero.

GRAFICA DE CONTROL DEL COLOR UI

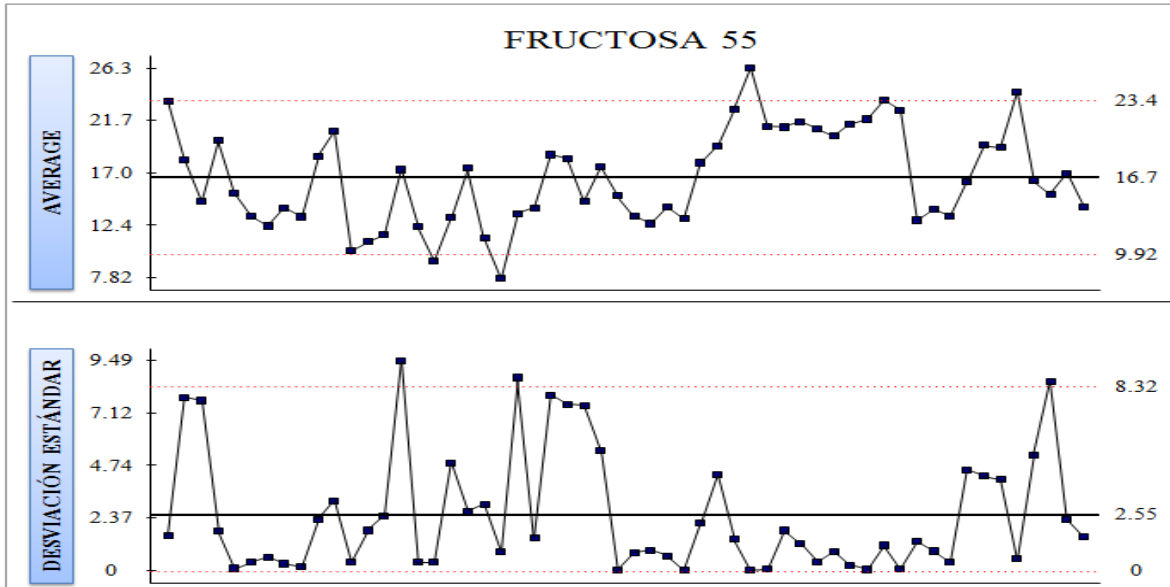


Figura 25. En el Gráfico Control Traza, nos permite ver como se comportan los valores (puntos) unos con otros, así como también los valores que se acercan a la media Aritmética de ese conjunto de datos y cuales se alejan o se salen del rango ya establecidos. De igual forma para los valores de la desviación estándar de ese conjunto de datos

Para poder representar el comportamiento de los datos de color UI obtenidos, se utilizo un Grafico de Control Traza, el cual sirve de referencia para ver como mis datos se alejan unos con otros, si estos se acercan a mi media aritmética o se alejan de ella, la mayoría de los datos están cerca de la media aritmética confirmando con lo que se muestra en el Histograma de la figura 24. La desviación estándar del conjunto de datos fue 4.96 UI esto nos permite saber el grado de dispersión que hubo en nuestros datos de color UI.

HISTOGRAMA DE TURBIDEZ UI

Los datos obtenidos de turbidez UI se agruparon en un Histograma, que permite ver la distribución de estos valores. También se observa en el histograma que la mayoría de los datos obtenidos en la determinación de turbidez son menores de 1 UI, tal como se representa en el histograma ya que existen mas de 64 datos que se acercan al 0.87 UI.

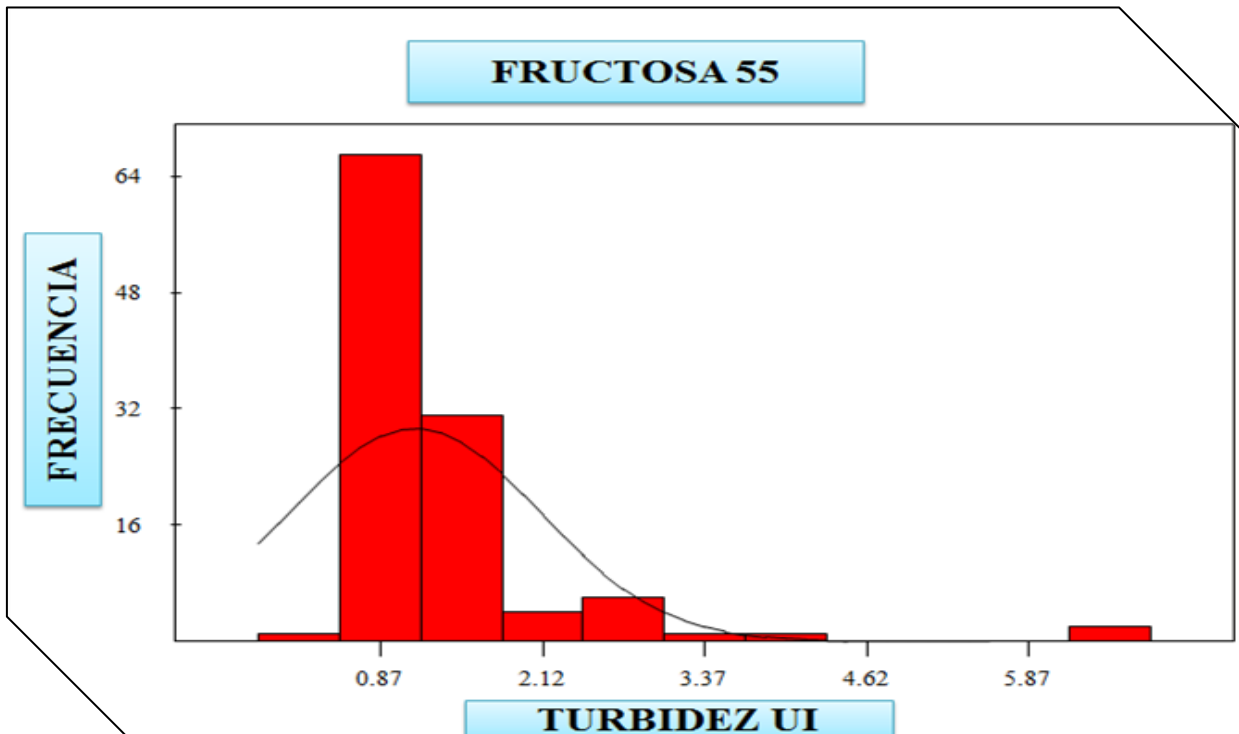


Figura 26. La distribución de los valores permite ver el número de frecuencia con la que estos se repitieron en la determinación de Turbidez UI, los valores de mayor frecuencia fueron los que cayeron cerca del 0.87 UI, con más de 64 resultados.

HISTOGRAMA 2 DE LA TURBIDEZ UI

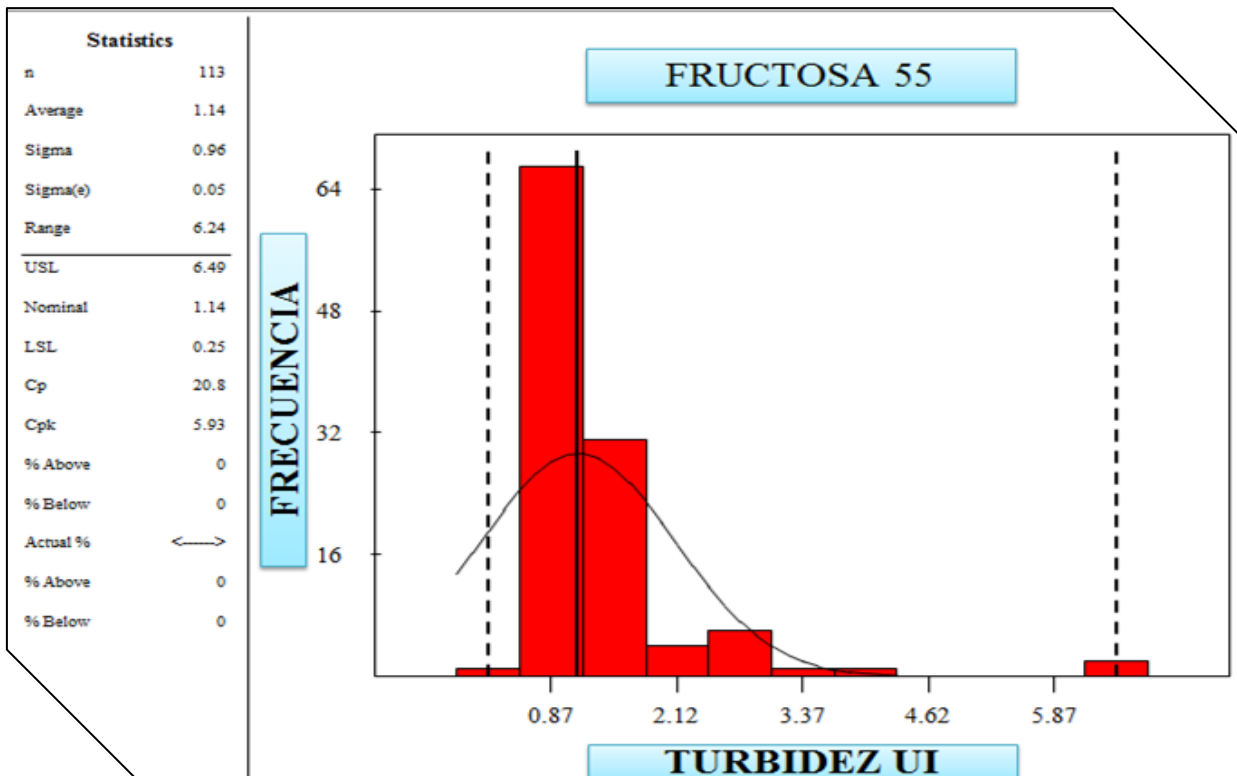


Figura 27. En el Histograma 2 se representa la distribución del conjunto de resultados en la determinación de turbidez, muestra el valor mínimo y el valor máximo como límites, además de representar la media Aritmética de ese conjunto de datos y tener una campana Leptocúrtica.

La datos de turbidez UI se muestran en la figura 27, se observa que la mayoría de los datos están cerca de la media aritmética y muy pocos datos se alejan considerablemente, el valor mínimo obtenido de turbidez fue de 0.25 y el mas alto fue de 6.49 estos datos sirven de límites en el histograma. Claramente se observa que la media aritmética se encuentra cerca de los datos que más se repiten, por lo que la media aritmética obtenida fue de 1.14 UI. La campana que se muestra es debido al comportamiento de los datos obtenidos, debido a que obtuvieron un curtosis de 16.31, es decir que obtuvieron resultados mayores a su coeficiente es decir mayor que cero.

GRAFICO DE CONTROL DE TURBIDEZ UI

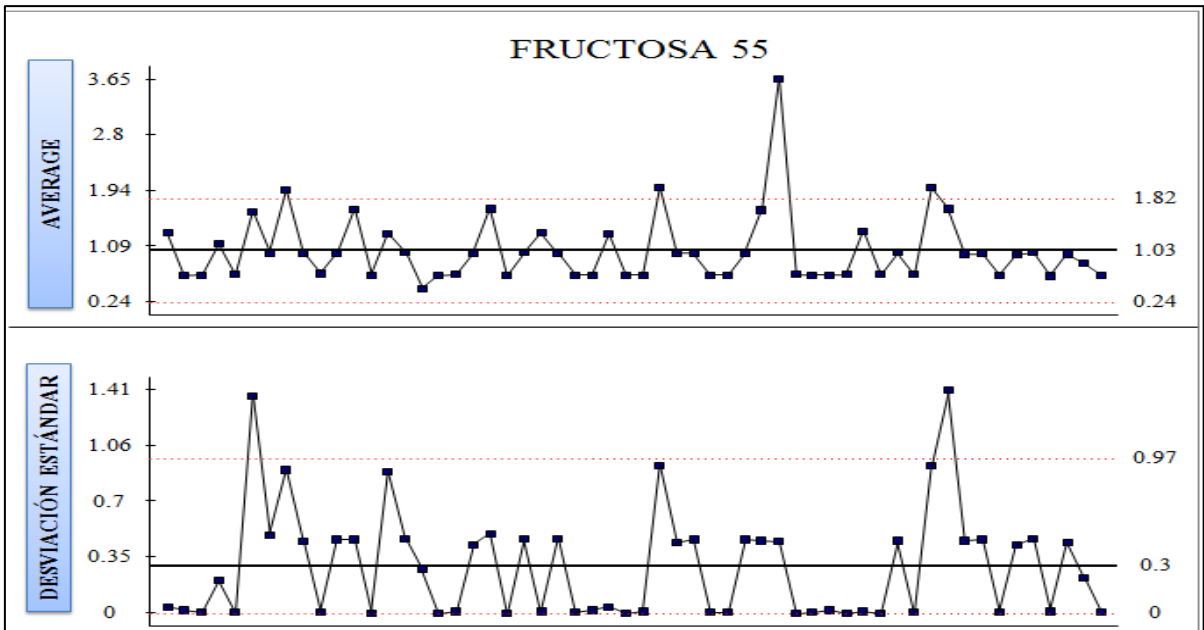


Figura 28. En el Gráfico Control, nos permite ver como se comportan los valores (puntos) unos con otros, así como también los valores que se acercan a la media Aritmética (AVERAGE) de ese conjunto de datos y cuales se alejan o se salen del rango ya establecidos. De igual forma para los valores de la desviación estándar de ese conjunto de datos de Turbidez UI.

En el Grafico de Control Traza se observa el comportamiento o variabilidad de los datos de Turbidez UI, el cual sirve de referencia para ver como mis datos se alejan uno con otro, si estos se acercan a mi media aritmética o se alejan de ella, la mayoría de los datos están cerca de la media aritmética confirmando con lo que se muestra en el Histograma de la figura 26. La desviación estándar del conjunto de datos fue 0.96 UI esto nos permite saber el grado de dispersión que hubo en nuestros datos de Turbidez UI, en la cual si hubo dispersión.

4.6 PORCENTAJE DE REMOCIÓN

4.6.1 JARABE DE MAÍZ DE ALTA FRUCTOSA 55

Se le determino el porcentaje de remoción de color UI y turbidez NTU, en soluciones filtradas y no filtradas del jarabe de maíz de alta fructosa 55, para obtener la cantidad de remoción durante la filtración y poder determinar que tanta diferencia existía entre mis soluciones filtradas y no filtradas. Se prepararon 113 soluciones, de las cuales 50 ml de cada solución fue filtrada y la otra se dejo sin filtrar.

4.6.2 PORCENTAJE DE REMOCIÓN DE COLOR UI:

Para la obtención de porcentaje de remoción de color se utilizo la siguiente expresión:

$$\% \text{ DE REMOCION} = \frac{\text{color 1} - \text{color 2}}{\text{color 1}} * 100 \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

Color 1= es el color de la solución sin filtrar.

Color 2= es el color de la solución filtrada.

EJEMPLO:

Lote 1

Los valores para el lote 1 fueron:

$$\text{Color 1} = 23.57 \text{ UI} \quad \text{Color 2} = 22.3 \text{ UI}$$

Sustituyendo en la ecuación 3 queda:

$$\% \text{ DE REMOCION} = \frac{(23.57) - (22.3)}{23.57} * 100 = 5.41 \quad (\text{Ecuación 4})$$

4.6.3% DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ (NTU):

Para la obtención de % de remoción de turbidez (NTU) se utilizó la siguiente expresión:

$$\% \text{ DE REMOCION} = \frac{\text{turbidez 1} - \text{turbidez 2}}{\text{turbidez 1}} * 100 \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

Turbidez 1= es la turbidez en unidades NTU de la solución sin filtrar.

Turbidez 2= es la turbidez en unidades NTU de la solución filtrada.

EJEMPLO:

Lote 1

Los valores para el lote 1 fueron:

$$\text{Turbidez 1} = 0.16 \text{ NTU} \quad \text{Turbidez 2} = 0.14 \text{ NTU}$$

Sustituyendo en la ecuación 3 queda:

$$\% \text{ DE REMOCION} = \frac{(0.16) - (0.14)}{0.16} * 100 = 12.5 \text{(Ecuación 4)}$$

TABLA 20

LOTE	% REMOCION COLOR (UI)	% REMOCION TURBIDEZ (NTU)
1	5.41	12.5
2	5.13	6.67
3	2.70	10.00
4	4.76	11.11
5	3.13	15.79
6	6.67	6.25
7	5.71	5.26
8	32.26	12.50
9	4.17	11.11
10	4.17	12.50
11	4.76	12.50
12	16.00	10.53
13	10.00	13.33
14	4.76	11.11
15	15.38	13.33
16	8.70	13.33
17	4.76	14.29
18	9.09	15.38
19	3.23	13.33
20	3.85	14.29
21	2.78	13.33
22	6.67	15.38
23	11.76	21.43
24	15.79	23.08
25	5.00	23.08
26	6.25	9.52
27	6.25	8.70
28	12.50	8.00
29	5.88	12.00
30	5.26	12.50

TABLA 21

LOTE	% REMOCION COLOR (UI)	% REMOCION TURBIDEZ (NTU)
31	9.52	5.71
32	5.00	8.00
33	6.67	11.11
34	6.25	12.50
35	6.25	6.67
36	3.85	10.00
37	6.25	11.11
38	4.17	15.79
39	13.04	6.25
40	12.50	5.26
41	8.33	12.50
42	7.14	11.11
43	15.38	12.50
44	3.23	12.50
45	8.00	10.53
46	9.09	13.33
47	4.76	11.11
48	5.13	11.76
47	4.76	11.11
48	5.13	11.76
49	2.70	13.33
50	4.76	11.76
51	3.13	14.29
52	6.67	8.33
53	5.71	9.09
54	32.26	11.11
55	4.17	8.70
56	4.17	14.29
57	4.76	23.08
58	16.00	15.38

TABLA 22

LOTE	% REMOCION COLOR (UI)	% REMOCION TURBIDEZ (NTU)
59	10.00	16.67
60	4.76	15.38
61	15.38	15.38
62	8.70	15.38
63	4.76	14.29
64	9.09	11.76
65	3.23	15.38
66	3.85	15.38
67	2.78	11.76
68	3.85	13.33
69	2.94	9.52
70	5.26	12.50
71	6.98	23.08
72	4.76	23.08
73	13.51	13.33
74	15.79	13.33
75	3.23	14.29
76	2.86	15.38
77	2.86	13.33
78	3.03	14.29
79	3.13	13.33
80	2.94	15.38
81	3.03	21.43
82	3.23	23.08
83	5.88	23.08
84	5.71	15.38
85	2.94	12.50
86	2.94	21.43
87	2.86	23.08
88	5.13	15.38

TABLA 23

LOTE	% REMOCION COLOR (UI)	% REMOCION TURBIDEZ (NTU)
89	2.86	14.29
90	2.86	13.33
91	16.00	15.38
92	10.00	16.67
93	4.76	15.38
94	15.38	15.38
95	8.70	15.38
96	4.76	14.29
97	9.09	11.76
98	3.23	15.38
99	3.85	15.38
100	2.78	11.76
101	3.85	13.33
102	5.41	12.5
103	5.13	6.67
104	2.70	10.00
105	4.76	11.11
106	3.13	15.79
107	6.67	6.25
108	5.71	5.26
109	32.26	12.50
110	4.17	11.11
111	4.17	12.50
112	4.76	12.50
113	16.00	10.53
109	32.26	12.50
110	4.17	11.11
111	4.17	12.50
112	4.76	12.50
113	16.00	10.53
112	4.76	12.50
113	16.00	10.53

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante la implementación y validación de los métodos ICUMSA GS2/3-10(2007), para la determinación de color UI y GS2/3-18(2007), para la determinación de Turbidez UI aplicados a los edulcorantes nutritivos azúcar refinada y Jarabe de maíz de alta fructosa 55, se demostró en los resultados obtenidos en unidades ICUMSA estaban por debajo de la especificación máxima de los métodos aplicados ICUMSA para los edulcorantes nutritivos ya mencionados. Al tener resultados tan satisfactorios en las determinaciones de color y turbidez UI en la azúcar refinada y jarabe de maíz de alta fructosa 55, el número de muestreos se logro disminuir a un muestreo por cada 5 lotes recibidos en planta. De igual forma se dio la Validación de las unidades ICUMSA en la azúcar refinada y del Jarabe de maíz de alta fructosa 55 utilizados como materias primas en la elaboración de bebidas carbonatadas en Coca-Cola FEMSA, Planta San Cristóbal de las Casas.

Mediante la comparación de las dos unidades de turbidez NTU, mediante la aplicación del método estándar SM-PR-485 y la turbidez UI, mediante la implementación del los método ICUMSA GS2/3-10 Y GS2/3-18(2007), se llego a la conclusión de que las dos unidades de turbidez no presentaron una equivalencia o parámetro estándar que permitiera tener una correlación entre estas dos, esto para poder lograr tener una similitud entre ambas unidades y poder realizar una interpolación al tener valores similares dentro de cada una de sus unidades, y poder así realizar mas rápido la liberación de dicho edulcorante durante su recepción.

La técnica más eficiente logro hacerse con el método estándar SM-PR-485, con el menor tiempo en las determinaciones y un costo relativamente bajo a comparación de los métodos ICUMSA implementados. Aun así se continuaran usando los métodos ICUMSA implementados, para las determinaciones de Color y turbidez en UI en los edulcorantes nutritivos, y el método estándar SM-PR-485 se eliminara en las determinaciones de color y turbidez en NTU por un requisito que menciona The Coca-Cola Company en las determinaciones de sus materias primas y como fin del Proyecto.

La estadística descriptiva permitió interpretar de una mejor forma los resultados obtenidos durante las determinaciones de color UI, turbidez UI y turbidez NTU. Mediante parámetros estadísticos, histogramas y graficas de control de cada uno de los parámetros determinados. Reflejando en cada uno de ellos su comportamiento estadístico.

El porcentaje de remoción de nuestras soluciones permitió conocer la diferencia que había de color y turbidez en una solución filtrada y la no filtrada. En el caso de la azúcar refinada el porcentaje de remoción de color en UI resulto ser mayor 15.44 en comparación con el jarabe de maíz de alta fructosa 55 que fue mucho menor 7.08. Por lo que la azúcar refinada demostró tener más color, en comparación al jarabe de maíz de alta fructosa 55 y por ende una mayor turbidez.

CONCLUSIÓN

Con base a los resultados obtenidos se puede concluir lo siguiente:

De acuerdo a la validación de las unidades ICUMSA en las determinaciones fisicoquímicas de los edulcorantes nutritivos, los parámetros de Color y Turbidez en el azúcar refinada y jarabe de maíz de alta fructosa 55 que son ingredientes críticos de control en la elaboración de bebidas carbonatadas, cumplen con todas las especificaciones de Calidad, para una correcta elaboración del jarabe simple, el cual posteriormente se emplea para la elaboración del jarabe terminado (jarabe simple + concentrado) y posteriormente elaboración de las diferentes bebidas carbonatadas; pungentes, no pungentes, aliados y microsencibles. Es por ello que la calidad de los diferentes productos The Coca-Cola Company envasados en Coca-Cola FEMSA, Planta de San Cristóbal de las Casas, Chiapas no se ven afectados en sus características organolépticas y sensoriales (aparición, sabor u olor) provocados por el Color ó la Turbidez en dichos edulcorantes nutritivos utilizados como materia prima, cumpliendo con la implementación de los estándares de Calidad más actuales en los edulcorantes nutritivos necesarios para la elaboración de bebidas carbonatadas y dado por hecho el cumplimiento del objetivo de dicho proyecto.

RECOMENDACIONES

- Es importante mencionar que las determinaciones fisicoquímicas que incluyen el Color y la Turbidez en los edulcorantes nutritivos, se deben de estar monitoreando constantemente aun cuando estas determinaciones arrojen resultados dentro de especificación, debido a que estos dos parámetros son indicadores críticos en el proceso de elaboración de bebidas.
- Estos edulcorantes son sustancias químicas obtenidas industrialmente, cualquier alteración durante su proceso de elaboración provocaría una alteración en sus propiedades y estructura, causas por las que el edulcorante obtendría características anómalas y por consiguiente una bebida fuera de especificación.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Boatella R, *et al.*, (2006). *Química y Bioquímica de los Alimentos II*. España, Madrid: Publicaciones i.
- Bradley Armstrong, F., Peter Bennett, T. (1982). *Bioquímica*. España, Madrid: Reverté.
- Cubero, *et al.*, (2002). *Aditivos Alimentarios*. España, Madrid: Aedos.
- Gil Ángel, (2010). *Tratado de Nutrición. Composición y Calidad Nutritiva de los Alimentos*. España, Madrid: Medica Panamericana.
- Badui, D. (2006). *Química de los Alimentos*. México: Pearson.
- Badui, D. (1999). *Química de los Alimentos*. México: Alhambra Mexicana.
- García G, *et al.*, (2004). *Biotecnología Alimentaria*, México, D.F: Limusa.
- Simón Magro, E., Rivera Rodríguez, V. (2008). *Bases de la Alimentación Humana*. España, La Coruña: Gesbiblo.
- Griffith, C., Hevi, J., Brownsell, V. (1993). *La ciencia aplicada al estudio de los alimentos*. México: Diana.
- Helen, C. (1991). *Tecnología de Alimentos. Procesos Químicos y Físicos en la preparación de alimentos*. México: Noriega Limusa.
- International Society of Beverage Technologists. (2011). *Methods Sugar Analysis*. USA.
- Klages, F. (1968). *Tratado de Química Orgánica*. España, Zaragoza: Reverté.
- Lakenbrink C. (2006). *Sugar Analysis, Methods ICUMSA*.
- Método ICUMSA GS2/3-10. Laboratorio de análisis químicos de azúcar "Tecniazúcar" (2007). *Determinación de Color en soluciones de Azúcares blancos y Jarabes muy puros*. Veracruz, Orizaba.

Método ICUMSA GS2/3-18. Laboratorio de análisis químicos de Azúcar "Tecniazúcar" (2007). *Determinación de Turbidez* en soluciones de Azúcares y Jarabes muy puros. Veracruz, Orizaba.

Pérez de Vargas A., Abaira Santos V. (1996). *Bioestadística*. España, Madrid: Centro de Estudios Ramón Areces.

R. Fennema, O. (1982). *Introducción a la ciencia de los alimentos*. España, Barcelona: Reverte.

R. Fennema, O. (1993). *Introducción a la ciencia de los alimentos*. España, Zaragoza: Acriba.

Schneider F. (2005). Sugar Analysis. Methods ICUMSA.

ANEXOS

ANEXO "A"

Tabla 9-1. Clasificación de los edulcorantes		
<i>Compuestos</i>	<i>Energía (kcal/g)</i>	<i>Poder edulcorante*</i>
Edulcorantes nutritivos o energéticos (naturales o semisintéticos)		
<i>Monosacáridos</i>		
Glucosa	3,7	0,7
Fructosa	3,7	1,1-1,3
<i>Disacáridos</i>		
Sacarosa	3,9	1
Maltosa	4	0,5-0,6
Lactosa	4	0,15-0,30
<i>Polialcoholes</i>		
<i>Alcoholes monosacáridos</i>		
Sorbitol	2,6	0,7
Manitol	1,6	0,4
Xilitol	2,4	0,9-1,2
<i>Alcoholes disacáridos</i>		
Lactitol	2	0,3-0,4
Isomaltitol	2	0,3-0,5
Maltitol	2,4	0,9
Eritritol	0,2	0,6-0,7
Edulcorantes no nutritivos o no energéticos (sintéticos e intensos)		
Sacarina	0	200-300
Ciclamato	0	10-30
Aspartamo	4	100-200
Acesulfamo potásico	0	100-150
Neohesperidina dihidrochalcona	0	250-1800
Taumatina	4	1.400-2.000
Sucralosa	0	500-650
Sal de aspartamo-acesulfamo	-	100-200
* El poder edulcorante se determina en relación con la sacarosa. Los valores recogidos están referidos, principalmente, a concentraciones de sacarosa entre 8 y 10 %.		

ANEXO "B"

Tabla de poder edulcorante relativo de algunos Azúcares

Azúcar	Poder edulcorante relativo
Sacarosa	100
Glucosa	74
Fructosa	173
Galactosa	32
Maltosa	32
Lactosa	16

ANEXO "C"

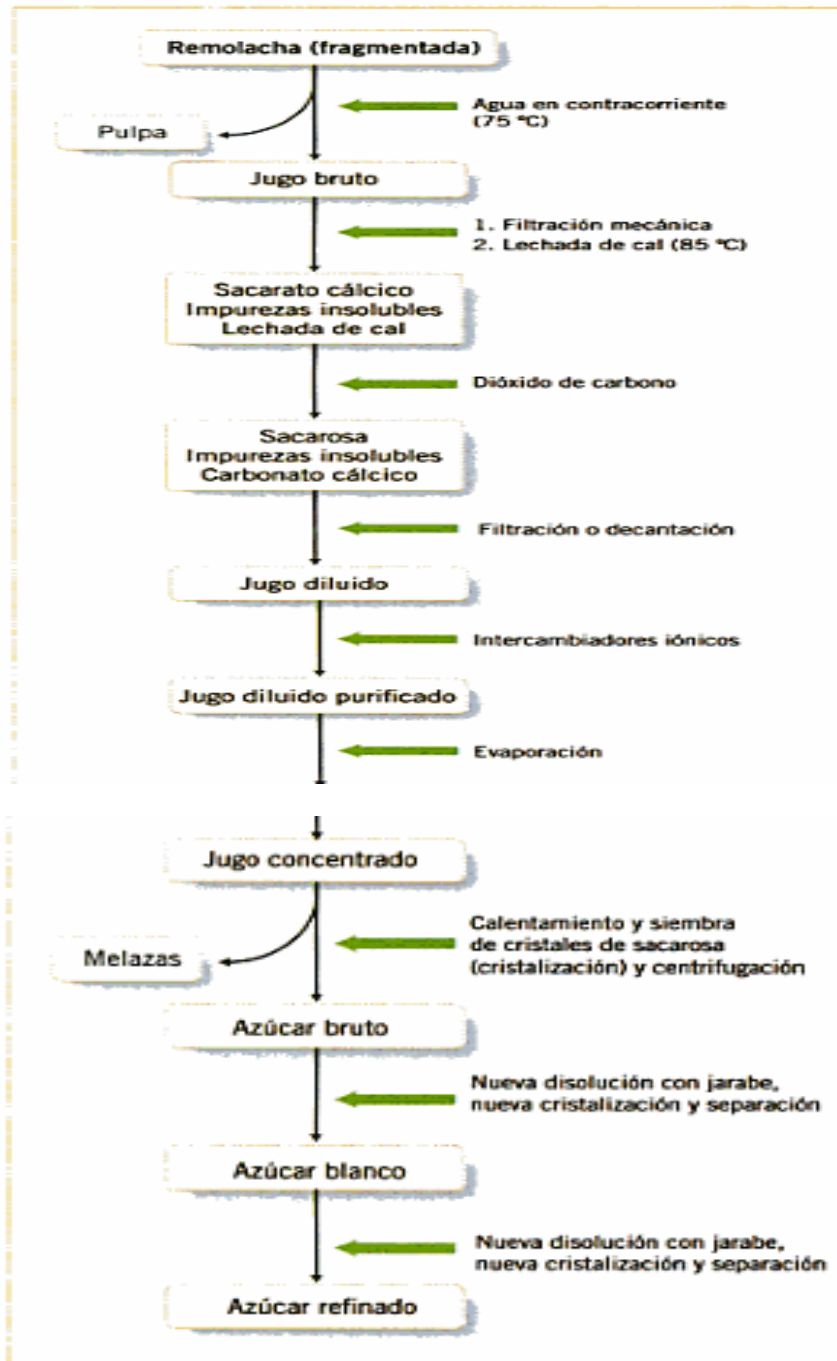


Figura 9-2. Proceso simplificado de obtención de azúcar a partir de remolacha.

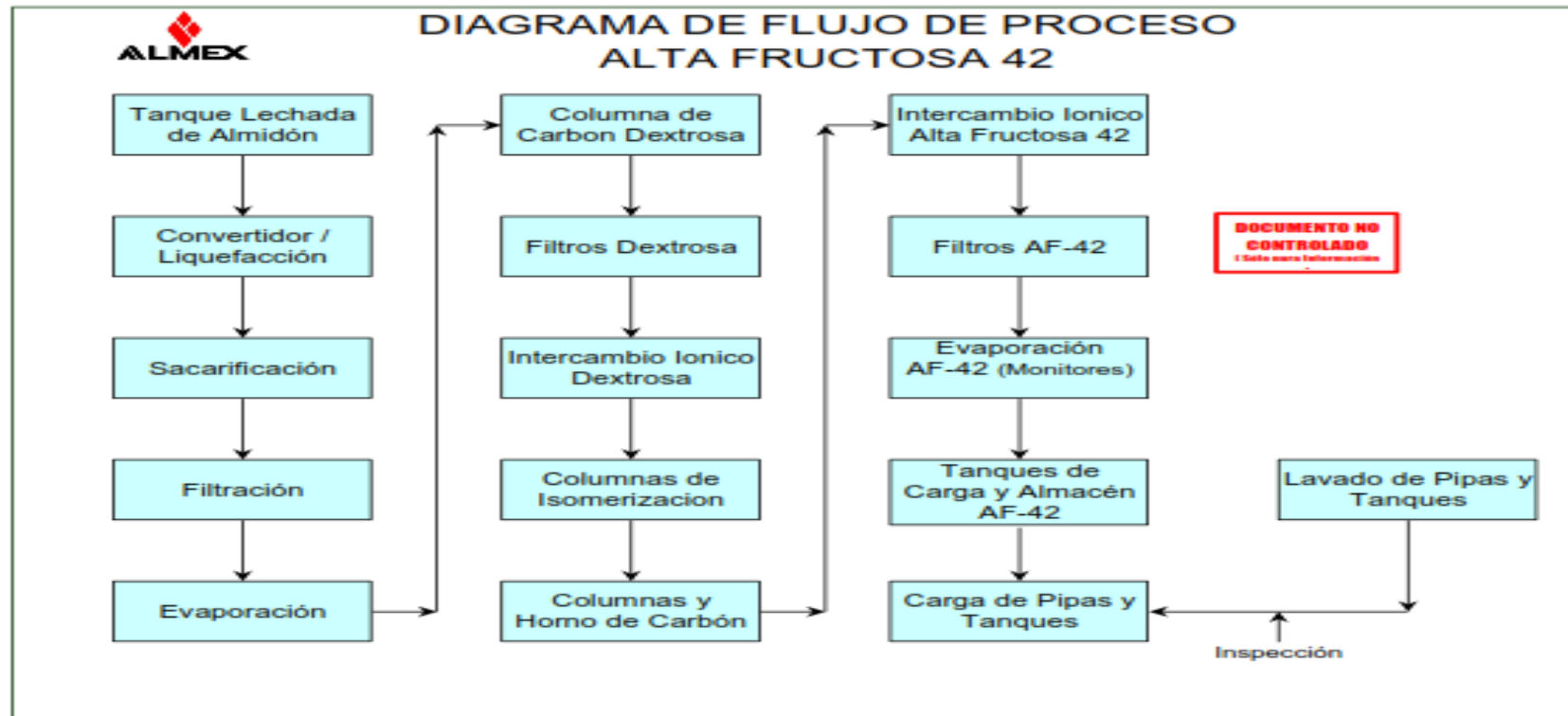
ANEXO "D"

Composición de los diversos jarabes fructosados existentes en el mercado			
Jarabe	Glucosa (%)	Fructosa (%)	Oligosacaridos (%)
Primera Generación	42	51	7
Segunda Generación	55	42	3
Tercera Generación	90	9	1

*Poder edulcorante igual al de la sacarosa

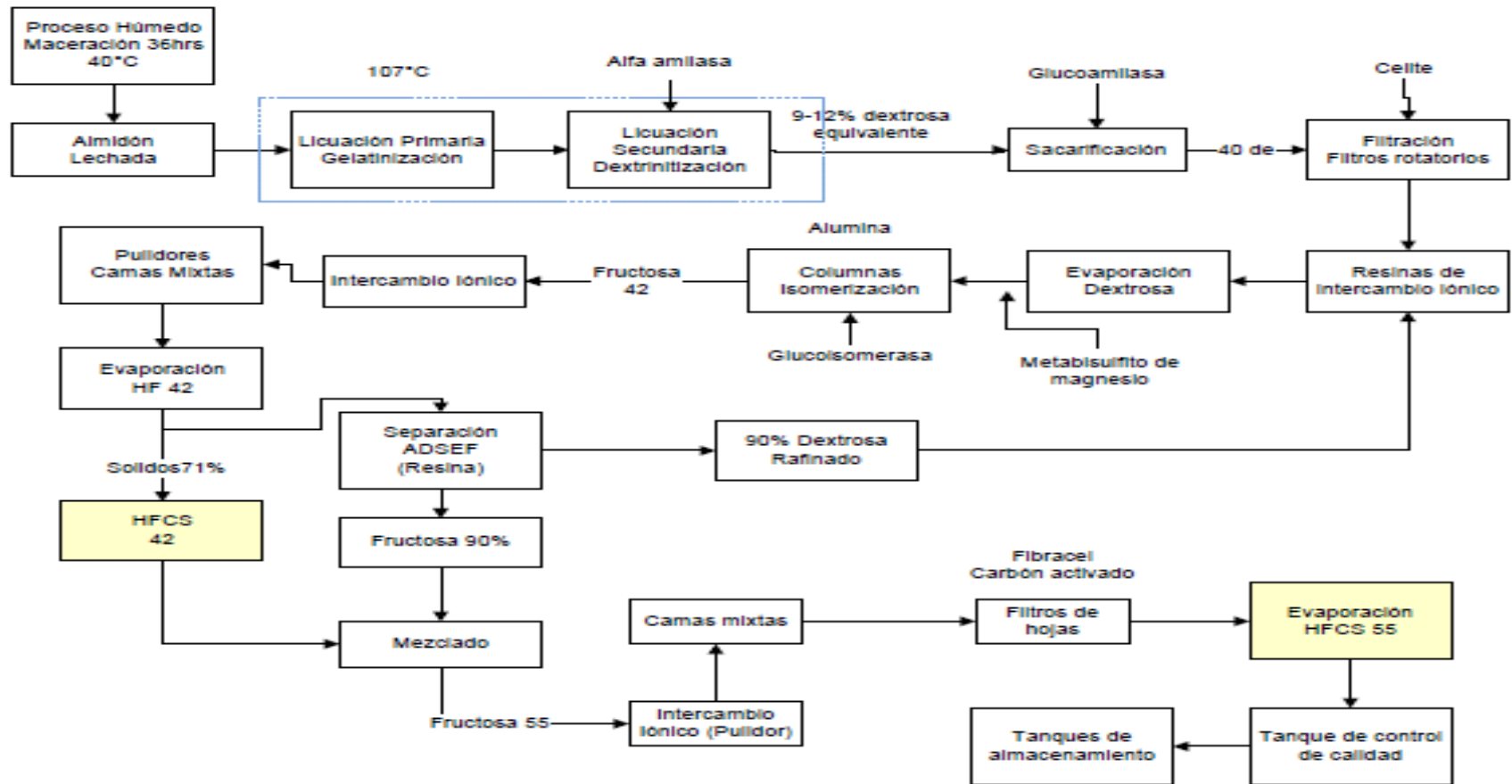
ANEXO "E"

Almidones Mexicanos (ALMEX) Jarabe de Alta Fructosa (HFSS)

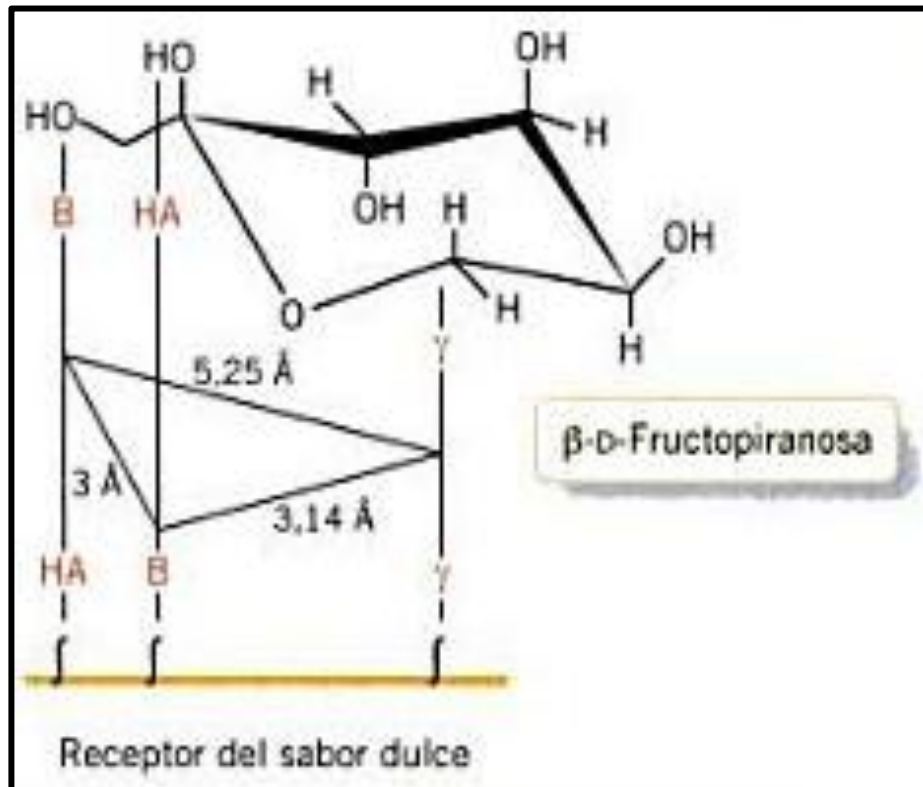


ANEXO "F"

Diagrama de flujo del proceso(s) principal(es)



ANEXO "G"



Teoría modificada de Schallenberger y Acree sobre la percepción del sabor dulce.

ANEXO "H"

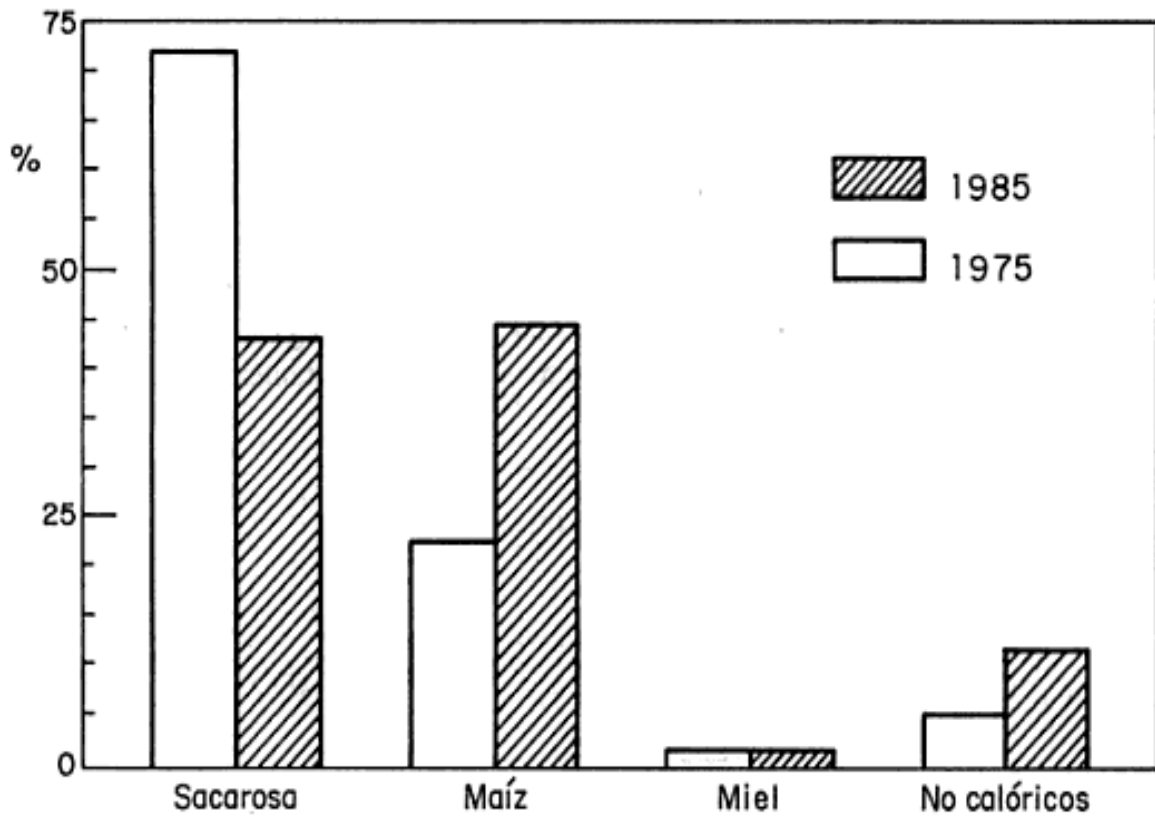


Figura 2. Distribución del consumo de edulcorantes en Estados Unidos (USDA).

ANEXO "I"

**ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE EDULCORANTE EN ESCALA
MUNDIAL DURANTE 1990**

EDULCORANTE	1000 TMVC	% DEL TOTAL
Azúcar centrifugada	91 000	81,98
Azúcar no centrifugada	11 000	9,91
Derivados del maíz	7 500	6,76
Sintéticos	1 500	1,35
TOTAL	11 000	100

Fuente: Shadid, 1992