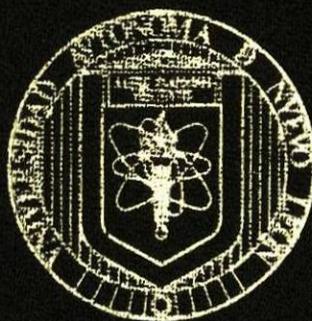


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION DE SOLIDOS POR DIFERENTES  
METODOS EN BEBIDAS CARBONATADAS  
NO ALCOHOLICAS

T E S I S

PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA:  
JUAN ELIAS VALLEJO TORRES

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1996

T  
TP630  
V3  
c.1



1080071989

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



DETERMINACION DE SOLIDOS POR DIFERENTES  
METODOS EN BEBIDAS CARBONATADAS  
NO ALCOHOLICAS

TESIS

PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

PRESENTA:  
JUAN ELIAS VALLEJO TORRES

BIBLIOTECA Agronomía U.A.N.L.

MARIN, N. L.

AGOSTO DE 1996

12564

5376

2

T  
TP630  
V3

040. 63  
FAJ  
1996  
C.5



(71989)

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON.  
FACULTAD DE AGRONOMIA.**

**DEPARTAMENTO DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**DETERMINACION DE SOLIDOS POR DIFERENTES METODOS  
EN BEBIDAS CARBONATADAS NO ALCOHOLICAS**

**TESIS**

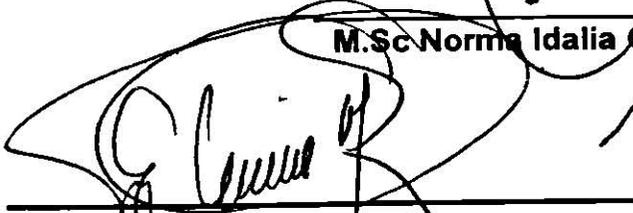
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTA**

**JUAN ELIAS VALLEJO TORRES**

**COMISION REVISORA**

**M.Sc Norma Idalia Contreras Montes de Oca**

  
**Ing. Martín Edgar Reyes Melo**

  
**Q.B.P. María de Luz Murillo Vargas**

Hay grandes premios  
para el esfuerzo.

Entre ellos, la conciencia del deber cumplido,  
los logros materiales para compartir,  
con aquellos que amas,  
la dignidad incomparable  
del hombre o la mujer que pueden decir:  
"Misión cumplida y... adelante".

Esfuézate, esfuézate siempre.  
El premio del esfuerzo obstinado y valiente  
es la excelencia.

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS:**

Gracias Señor, que por medio de mis padres mediste la vida.

Gracias Señor por darme tu amor y bondad.

Gracias te doy señor por darme la fuerza necesaria para enfrentar las dificultades que se presentan en nuestra vida, y por permitirme obtener una de las metas que un día comencé y hoy he terminado y es mi formación profesional.

Con todo cariño y respeto dedico esta tesis a mi abuelito y bisabuelo,

J. Luz Torres Hernandez. y José de Jesús Torres Alvares respectivamente.

Que gracias a su ejemplo de amor, esfuerzo y sacrificio he logrado alcanzar, lo que para ellos es una satisfacción, para mi es un futuro.

## **A MIS PADRES.**

Sr. J. Jesús Vallejo Reynoso †

Sra. Ma. Asunción Torres Melendez

A la memoria de mi Padre por todo el apoyo que me dio, el cariño que me brindó y al gran espíritu de lucha que formó en mí para siempre seguir adelante y conseguir lo que él siempre hubiera deseado ver terminada mi formación profesional, y con todo respeto y gran admiración a mi madre por que siempre me ha apoyado en los momentos difíciles de mi vida, orientándome y aconsejándome para ser una persona de bien, guiándome por el buen camino.

## **A MIS HERMANAS.**

María Elena Vallejo Torres

Ma. de Jesús Vallejo Torres

Por todo el apoyo y amor que me han dado.

## **A MIS ABUELITOS**

J. Luz Torrez Hernandez

Irene Melendez Mireles

J. Jesús Vallejo Mata †

Ma. Magdalena Reynoso Cuellar

Con todo respeto y admiración a quienes me han brindado su amistad y sus consejos para seguir adelante en los difíciles obstáculos de la vida, agradezco a Dios por permitirme tener muy buenos abuelos.

## **A MIS TIOS**

Armando Torres Melendez

Pascual Torres Melendez

José de Jesús Torres Melendez

Ofelia Torres Melendez

A todos los que no menciono gracias, ya que de una forma desinteresada me brindaron todo el apoyo y cariño a lo largo de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO.**

### **A MIS ASESORES.**

M.Sc: Norma Idalia Contreras Montes de Oca.

Ing. Martín Edgar Reyes Melo

Q:B.P. Ma. de la Luz Murillo Vargas.

Por su valiosa cooperación y orientación en la realización de este trabajo de tesis. Gracias por su ayuda incondicional durante toda la carrera, gracias por ser buenos amigos.

### **A MIS MAESTROS.**

Por haberme brindado sus conocimientos, apoyo y amistad en el trayecto de mi formación profesional.

Gracias por ser buenos maestros y por ser grandes amigos.

### **A MI ESCUELA.**

Facultad. de Agronomía

### **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS.**

Juan Antonio Medina R., Norberto Alvares A., Daniel A. Falcon C., Emir J. Salas Z., Delfino Saldaña G. Adriana Chapa S., Emma I. Gonzalez L., Ninfa G. Gonzalez G., Erika S. Gonzalez R., Mónica Z. Dávila H., Diana X. Palomino, Guillermina E. González M. y a Todas las personas que de alguna manera incondicional intervinieron en el desarrollo de mi carrera profesional.

# ÍNDICE

	Página
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
<b>CLASIFICACIÓN DE BEBIDAS Y SU COMPOSICIÓN QUÍMICA.....</b>	<b>4</b>
Ingredientes.....	4
Azúcar.....	5
Saborizante.....	5
Colorante.....	6
Ácido.....	6
Agua.....	6
Dioxido de carbono.....	7
Edulcorantes para bebidas.....	8
Sistema de control.....	9
<b>ANÁLISIS FISICOQUIMICO DE BEBIDAS.....</b>	<b>12</b>
Índice de Refracción.....	13
Aroma y Sabor de la bebida.....	16
Carbonatación.....	18
Bebida de control.....	20
Concentración de sosa cáustica.....	22
Arrastre de sosa cáustica.....	24
Contenido de cloro a la salida del filtro de arena.....	26
Dureza total.....	28
Ausencia de cloro en el agua tratada.....	30
Calibración de los termómetros de los probadores de carbonatación.....	32
Calibración de los manómetros de los probadores de calibración.....	34
Alcalinidad total.....	36

USO DE LA VELOCIDAD DE ULTRASONIDO EN ALIMENTOS .....	38
Determinación de sólidos por velocidad de ultrasonido.....	44
Ventajas de la velocidad de ultrasonido .....	45
MATERIALES Y MÉTODOS .....	47
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	53
CONCLUSIONES.....	61
RESUMEN.....	62
BIBLIOGRAFÍA.....	63

## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS.

	Página
Cuadro 1. Composición de refrescos carbonatados. ....	4
Cuadro 2. Normas para el agua empleada en la elaboración de refrescos carbonatados .....	7
Cuadro 3. Clasificación de bebidas y su composición química.....	10
Clasificación de bebidas y su composición química (Continuación) .....	11
Cuadro 4 Velocidad de ultrasonido en algunos materiales comunes .....	39
Cuadro 5. Modelo del análisis estadístico para el método de evaporación .....	51
Cuadro 6. Análisis de varianza para los métodos de determinación de solidos (Factor A) y tratamientos (Factor B). ....	53
Cuadro 7. Muestra los resultados de medias del factor A (Métodos).....	54
Cuadro 8. Muestra los resultados de medias del factor B (Métodos).....	55
Cuadro 9. Comparación de medias de los métodos utilizados en los análisis.....	55

Cuadro 10. Comparación de medias para el método de evaporación de los doce tratamientos.....	56
Cuadro 11. Comparación de medias para el método de Índice de refracción de los doce tratamientos. ....	57
Cuadro 12. Comparación de medias para el método de velocidad de ultrasonido y de los doce tratamientos.....	58
Cuadro 13. Concentración de medias de las variables en estudio y los tratamientos utilizados por los métodos de evaporación, índice de refracción y velocidad de ultrasonido .....	59
Figura 1. Representación esquemática de un generador de pulso para medición de velocidad de ultrasonido .....	41
Figura 2. Representación de la transmisión de el sonido a traves de un material liquido.....	42
Gráfica 1. Curva Estandar de Velocidad de Ultrasonido para Glucosa y Sacarosa a 25°C .....	60

## INTRODUCCIÓN

Junto con la evolución que ha experimentado la humanidad, se han dado cambios en todos los ámbitos de su estilo de vida.

Hemos sido testigos de numerosos y fabulosos inventos, todos con una sola finalidad, el de proporcionar mayor placer y satisfacer al hombre, uno de esos inventos en el área de la ciencia de los alimentos son las bebidas carbonatadas.

Sus orígenes datan de la época greco-romana, los inicios de la industria de las bebidas carbonatadas se remontan a los últimos años del siglo XVIII.

Mundialmente se producen más de 700 mil millones de litros por año de bebidas carbonatadas, en México en 1995 se produjeron más de 20 mil millones de litros, siendo Nuevo León el Estado que ocupa el segundo lugar en el consumo de dichas bebidas.

El crecimiento demográfico nacional y mundial implica potenciales crecientes de consumo muy importantes lo que es considerado un factor que predice un crecimiento acelerado de la industria refresquera.

Lo anterior requiere de controles de calidad eficientes y rápidos que reduzcan los tiempos y costos de análisis y que al mismo tiempo sean fáciles de llevar a cabo durante el proceso.

Por lo anterior este estudio esta enfocado a evaluar y determinar el contenido de solidos totales que forman parte de las bebidas carbonatadas mediante un método rápido y confiable que permita reducir los tiempos y costos que representan el sistema de muestreo.

Lo anterior bajo las hipótesis de:

\* El uso de velocidad de ultrasonido para determinar sólidos en bebidas puede ser un método alternativo a los tradicionales.

\* El método de evaporación aunque consume más tiempo es más exacto que el método de Índice de Refracción y velocidad de ultrasonido.

\* El uso del método de Índice de Refracción y el de velocidad de ultrasonido para determinar sólidos no son los más exactos, pero si son más rápidos para la determinación.

## REVISIÓN DE LITERATURA

Los inicios de la industria de las bebidas se remontan a los últimos años del siglo XVIII Joseph Priestley, un científico británico quien descubrió una manera de carbonatar el agua por medios artificiales.

En uno de los primeros métodos empleados, se obtenía el dióxido de carbono mediante la acidificación de bicarbonato de sodio o carbonato de sodio, y el uso de estas sales sodicas originó el nombre "soda" que todavía se usa a pesar de que, por lo común, el dióxido de carbono ya no se genera de este modo.

Este mismo científico utilizó el dióxido de carbono liberado de la fermentación de la cerveza, introduciendo el gas en el agua obtenía una agua burbujeante de sabor agradable y picante, poco a poco se fueron produciendo bebidas carbonatadas adicionadas con sabores.

La industria de los refrescos ha aumentado en forma constante a lo largo de los últimos años, por lo que hoy, es una moderna planta fabricante de refrescos que tiene un sistema sumamente mecanizado, inmaculadamente limpio.

## CLASIFICACIÓN DE BEBIDAS Y SU COMPOSICIÓN QUÍMICA

Como ya se ha indicado en repetidas ocasiones, la aceptación de un alimento por el consumidor depende de muchos factores como son el color (como primer contacto), el aroma, el sabor, la textura, el costo, el valor nutritivo, la facilidad de preparación, la vida de anaquel y, en muchos casos, el sonido que producen al consumirse. Los ingredientes y su proporción en la formulación de los alimentos son los que rigen las características organolépticas y fisicoquímicas de ellos.

Los principales ingredientes de los refrescos carbonatados son azúcar, saborizantes, colorantes, ácidos, agua y dióxido de carbono. El cuadro 1 muestra una composición típica en cuanto a azúcar, dióxido de carbono y acidez, aunque los productos tienden a variar según el fabricante.

**Cuadro 1 Composición de refrescos carbonatados**

Sabor	Azúcar °Brix	Volumen de gas de carbonatación(Kg/cm <sup>2</sup> )	Ácido %	pH
Cola	10.5	3.4	.09	2.6
Lima-Limón	12.6	2.4	.10	3.0
Naranja	13.4	2.3	.19	3.4
Cereza	12.0	2.4	0.09	3.7
Frambuesa	12.3	3.0	0.13	3.0
Uva	13.2	2.2	0.10	3.0

Potter 1973

**Azúcar.**

El azúcar empleado es principalmente sacarosa, adquirida por el fabricante en forma de jarabe puro e incoloro, o bien convertida en jarabe en la embotelladora a partir de azúcar cristalizada muy pura.

Más tarde se suplementa el jarabe de azúcar con los ingredientes saborizantes, colorantes y ácidos, y a veces se estabiliza la bebida mediante un preservador. El producto final contiene del 8 al 14 % de azúcar, este no solo contribuye con dulzura y calorías a la bebida sino que también le da cuerpo y una textura que se aprecia en la boca. Por esta razón cuando se hacen bebidas dietéticas con edulcorantes no nutritivos para sustituir al azúcar, se requiere también un ingrediente adicional, como carboximetil celulosa o una pectina, para darles cuerpo.

**Saborizantes.**

Estos existen en forma de compuestos saborizantes sintéticos, extractos de sabores naturales y concentrados de jugos de fruta. Tienen que permanecer estables bajo las condiciones ácidas de la bebida y bajo exposición a la luz durante un año como mínimo, ya que las bebidas embotelladas suelen guardarse por este tiempo o más.

Los sabores de cola suelen ser igualmente complejos o más; sus composiciones son secretos celosamente guardados que a veces se formulan para incluir ingredientes que contribuyen a la dificultad del análisis químico y la duplicación por competidores. Los sabores de cola contienen generalmente una fuente de cafeína, que es un leve estimulante.

### ***Colorantes.***

Los más importantes agentes colorantes empleados en los refrescos son los sintéticos(amarillo núm.5, rojo cítrico núm.2, rojo núm.3 entre otros). Estos han sido aprobados por la Secretaria de Salubridad, y todos estos colores tienen que satisfacer normas de pureza estrictas en su fabricación.

También se emplea comúnmente el color obtenido de azúcar quemado, que no es sintético. Aun cuando se emplean extractos o jugos de frutas naturales, se acostumbra suplementar sus colores con los colorantes sintéticos.

### ***Ácido.***

El dióxido de carbono en solución contribuye a la acidez pero se le suplementa con ácido adicional en la mayoría de las bebidas carbonatadas. Los principales ácidos utilizados son el fosfórico, cítrico, tártarico y málico. Con excepción del ácido fosfórico, todos estos son importantes ácidos naturales de la fruta, de manera que se emplean más bien para mejorar las bebidas con sabor a fruta, y el cítrico es el que más se usa. El fosfórico es el que se emplea en cola, y otras bebidas que no tienen sabores a fruta.

Además de mejorar el sabor, el ácido ejerce acción preservativa en las bebidas que no se someten a tratamientos térmicos. También es agregado como conservador adicional el benzoato de sodio al nivel del 0.03 al 0.05 % en el producto final.

### ***Agua.***

El agua es el principal ingrediente de los refrescos carbonatados y puede representar hasta el 92% de la bebida. Es esencial que tenga el máximo grado de pureza química factible comercialmente, ya que los rastros de impureza tienden a

reaccionar con diversos componentes de la bebida. El agua potable de abastecimiento debe cumplir con ciertas normas en cuanto a pureza química. Estas normas aparecen en el cuadro 2.

El nivel de alcalinidad tiene que ser bajo a fin de prevenir la neutralización del ácido empleado en el refresco, lo cual alteraría su sabor y disminuiría su estabilidad. Los niveles de hierro y manganeso tienen que ser bajos a fin de prevenir la reacción con agentes colorantes y componentes saborizantes. El cloro residual tiene que ser casi inexistente, ya que afectaría en forma adversa el sabor de la bebida. La turbidez y el color tienen que ser mínimos para que no disminuya la apariencia atractiva de la bebida.

Cuadro 2 Normas para el agua empleada en la elaboración de refrescos carbonatados.

	<b>Máximo</b>
Alcalinidad	50 ppm
Sólidos totales	500 ppm
Hierro	0.1 ppm
Manganeso	0.1 ppm
Turbidez	5 ppm
Color	Incolora
Cloro residual	Ninguno
Olor	Ninguno
Sabor	Ningún sabor extraño
Materia orgánica	Ningún contenido indeseable

Potter (1973)

### ***Dióxido de carbono.***

Desrosier 1983 define la carbonatación como la disolución de dióxido de carbono gaseoso en agua utilizando temperaturas y presión así mismo Potter 1973 hace mención que la efervescencia y sabor de esta clase de bebida es el

resultado de su contenido de gas dióxido de carbono. La cantidad de CO<sub>2</sub> empleada en el refresco varía según el sabor y la marca. El CO<sub>2</sub> mejora el sabor, contribuye acción ácida preservativa, produce una sensación de hormigueo en la lengua, y da a la bebida una apariencia efervescente y espumosa.

Por lo general, el dióxido de carbono se disuelve en la bebida en la proporción de aproximadamente 1.5 a 4 volúmenes de gas. Esto se logra por medio de un carbonatador, del que existen varios diseños. En todos ellos se acelera la carbonatación proporcionando una gran área de superficie entre el gas CO<sub>2</sub> y el líquido, enfriando el líquido, ya que la solubilidad del CO<sub>2</sub> en agua aumenta proporcionalmente con la disminución de la temperatura, y aplicando presión para lograr que más CO<sub>2</sub> entre en solución. (Potter, 1973).

### ***Edulcorantes para bebidas.***

Con el nombre de edulcorantes se designan compuestos naturales o sintéticos que tienen sabor dulce, pero que carecen o es insignificante su poder energético, por lo que carecen de valor nutritivo.

Estas sustancias edulcorantes tienen un interés particular en los países desarrollados en base a poder reducir con ellos el exceso de hidratos de carbono (azúcares) en la dieta. Por otro lado, hay que tener en cuenta su solubilidad, estabilidad a diversas temperaturas y pH, que su sabor dulce no esté acompañado de otros sabores secundarios o que permanezcan en el paladar y, finalmente, que su poder edulcorante respecto a la sacarosa haga que sea económico su empleo (Bellitz y Grosch, 1988).

Entre los edulcorantes no nutritivos y pobres en calorías se encuentran los siguientes: Ciclamatos, Sacarina, Aspartame, Acesulfame K, entre otros.

Los edulcorantes más utilizados en la industria refresquera son: El Acesulfame K y el Aspartame.

El Acesulfame K es unas 200 veces más dulce que la sacarosa presentando un dulzor intermedio entre el del ciclamato y la sacarina. Después de numerosas pruebas se ha comprobado que no tiene efectos tóxicos sobre los animales y además presenta una excepcional estabilidad en las aplicaciones alimentarias.

El aspartame ha sido recientemente aprobado en EE.UU. como edulcorante en mezclas de alimentos desecados y en bebidas no alcohólicas. El aspartame es una sustancia que se digiere completamente, su intensa capacidad edulcorante es de unas 200 veces más dulce que la sacarosa, le permite ejercer su función a niveles muy bajos que apenas aportan calorías, la naturaleza del aspartame lo hace susceptible a las interacciones con otros compuestos químicos(Fennema O. 1993).

### **8.Sistemas de control.**

Tiene un papel importante en la fabricación de bebidas carbonatadas. Como debe mantenerse el balance apropiado de ingredientes en las mezclas de refrescos, las pruebas de control de calidad se llevan a cabo en forma continua. La investigación también ayuda a desarrollar nuevos ingredientes que den lugar a mejores productos y a hacer más eficiente la operación de la planta. (Potter 1973).

**Cuadro 3. CLASIFICACION DE BEBIDAS Y SU COMPOSICION QUIMICA**

Bebidas	Sabores <sup>2</sup>	Color <sup>2</sup>	Azúcar (%)	Acido	Cantidad de	
					ácido	Co <sub>2</sub>
					Oz/Gal. en el jarabe	en Volúmenes de gas
Agua burbujeante	Bicarbonato de sodio o sulfato de sodio 300 a400 ppm <sup>1</sup>	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Nonguno	4-5
Soda de crema	Vainilla o etilvainilla	Caramelo	11-13	Citrico	.25	2.5
cola	Extracto de nuez de cola, aceite de lima y aceite de especias, cafeina	Caramelo	11-13	Fosforico	.6	3.5
Ginger ale	Raiz de jengibre, aceite de jengibre y aceite de lima	Caramelo	7-11	Citrico	1	4-4.5
Root beer	Aceite de gaulteria vainilla, nuez moscada, clavos o anis	Caramelo	11-13	Citrico	.25	3
Naranja	Aceite de naranja y jugo de naranja	Sunset yellow	12-14	Citrico	1	1.5-2.5
Fresa	"Aldehidos de C <sub>16</sub> " (etil β-metil α-fe-nil glicidato, etil-β,β epoxi-β -metil-hidro-cinamato)	FCF, algo de tartrazina	11-13	Tartarico	1	2.5

Continuación. Cuadro 3.

Uva	Metil antranilato y aceite de coñac, al azul brillante gunas veces se adiciona jugo de uva	Fofo	11-13	Tartarico	.75	1-2.5
Durazno	"Aldehido C <sub>14</sub> " ( $\gamma$ -heptil-butilolactona)	Tartrazina	11-13	Citrico	1	2.5
Tonic	Aceite de limón, y de lima, hidrocloruro de quinina	Ninguno	9-11	Citrico	4	4.5
Cereza	Benzaldehido o aceite de almendras amargas	2	11-13	Tartarico o Citrico	1	2.5
Limón	Aceite de limón	Ninguno	11	Citrico	1	2.5
Tom Collins	Jugo de limón y Aceite de limón	Tartrazina	11-13	Citrico <sup>3</sup>	1	1.5
Lime Rickey	Jugo de limón	Ninguno	7-9	Citrico <sup>3</sup>	2.5	4-4.5
	Jugo de lima	Ninguno	8-12	Citrico <sup>3</sup>	1	4-4.5

Desrosier (Martha B. Jones).

- 1 Para simular el sabor del agua mineral natural puede agregarse bicarbonato de sodio o sulfato de sodio.
- 2 Tanto los colores para alimentos como los materiales saborizantes están sometidos a revisiones constantes por la FDA.
- 3 Esta acidez no se debe a la adición de un ácido a los otros ingredientes, sino a ácido natural en el jugo de limón o de lima que se utiliza como sabor.

## **ANÁLISIS FISICOQUIMICOS DE BEBIDAS**

La importancia de los análisis de la calidad ha aumentado considerablemente en los últimos años el uso de instrumentos y técnicas especiales en el análisis de los alimentos, y ahora se dispone de instrumentos que permiten análisis mas rápidos y económicos con poco personal de laboratorio, que realiza trabajo menos repetitivo, lo que les produce mayor satisfacción laboral. Estas nuevas técnicas abarcan un amplio campo de información física y química que no era disponible anteriormente.

En la elaboración de bebidas carbonatadas y no carbonatadas se requiere de análisis en el agua que se usará no solo como ingrediente si no como vehículo de lavado así mismo el contenido de azúcar es un factor determinante en la calidad.

Los análisis comunes en bebidas son:

1. Índice de refracción.
2. Aroma y sabor de la bebida.
3. Carbonatación.
4. Bebida de control.
5. Concentración de sosa cáustica.
6. Arrastre de sosa cáustica.
- 7 Contenido de cloro a la salida del filtro de arena.
8. Dureza total.
9. Ausencia de cloro en el agua tratada.
10. Calibración de los probadores de carbonatación.
11. Calibración de los manómetros de los probadores de calibración.
12. Alcalinidad total.

## ÍNDICE DE REFRACCIÓN

El objetivo de esta medición es evaluar el contenido de sacarosa disuelto en la bebida.

### Lugar de extracción de muestras

Después de que los envases han sido llenados, puede ser:

-Botellas

-Latas

### Equipo requerido

Refractometro manual compensado por temperatura

Hidrómetro de Brix certificado para bebidas

Nota: Para medir el índice de Brix en la línea de producción y en la muestra de control utilice el mismo instrumento.

La muestra de control ha sido preparada antes de comenzar las operaciones.

### Procedimiento

Medición del índice de Brix mediante un refractometro de mano

1. Enjuague el prisma con agua destilada y séquelo
2. Coloque dos gotas de la bebida sobre el prisma
3. Gire el ocular hasta ver claramente la escala
4. Tome la lectura de Brix y anote el resultado

Nota: Cuando sean carbonatados deberá de eliminarse el gas.

Medición del índice de Brix mediante un hidrómetro:

- 1.Recoja la muestra en un vaso limpio y seco
- 2.Haga pasar burbujas de aire a través de la muestra durante 15 minutos para eliminar el CO<sub>2</sub>
- 3.Transfiera la muestra desgasificada a una probeta limpia y seca
- 4.Coloque el hidrómetro en la muestra lea el índice de Brix y anote los resultados

### **Resultados**

Ideales: Los índices de °Brix de la línea de producción y de la muestra de control coinciden.

Aceptables: Los índices de °Brix de la línea de producción y de la muestra de control no difieren en más de 0.1 y sus promedios coinciden.

Inaceptables: Los índices de °Brix de la línea de producción y de la muestra de control difieren en más de  $\pm 0.1$ .

### **Acción Correctiva:**

Si el índice de Refracción de la línea de producción difiere del índice de la muestra de control en más de 0.1.

- Verifique la lectura de la misma muestra
- Mida nuevamente los índices de refracción si los valores difieren en más de 0.1, se requiere un ajuste inmediato del proporcionador ( Después del ajuste, espere 10 min y repita la operación)
- Continúe efectuando correcciones hasta que los índices de refracción coincidan.

**Frecuencia**

La primera muestra del día debe tomarse 5 minutos después de comenzar las operaciones luego por lo menos una vez por hora.

## **AROMA Y SABOR DE LA BEBIDA**

El objetivo de tal medición es evaluar el aroma y el sabor tratando de detectar olores extraños, ya que son características indispensables para la bebida.

### **Lugar de extracción de muestras**

Después de la llenadora.

### **Equipo requerido**

Vaso de precipitado.

### **Procedimiento:**

1. Recoger muestra en la línea de producción.
2. Vierta el contenido en el vaso de vidrio limpio.
3. Evalúe el aroma tratando de detectar olores extraños.
4. Evalúe el sabor haciendo pequeños buches antes de tragar.

**Nota:** La persona que realice la prueba debe tener experiencia en las características del aroma y el sabor de las bebidas.

### **Resultados**

**Aceptables:** El olor de la bebida tiene un aroma característico, limpio y fresco.

**Aceptables:** El sabor es fresco con el típico gusto de cada bebida.

**Inaceptables:** Se detectan olores o sabores extraños.

**Acción Correctiva**

Si hay olores extraños:

Busque el origen de la contaminación del olor.

Trate de detectar olor a cloro o a medicina.

Si hay sabores extraños:

Trate de detectar la fuente de contaminación.

Asegúrese de que las proporciones de la mezcla sean las correctas.

Asegúrese de que no hay fermentación.

## CARBONATACION

El objetivo de esta medición es evaluar el contenido de dióxido de carbono presente en la bebida ya que es necesario que el volumen de dióxido de carbono sea el recomendable.

### Lugar de extracción de muestras

Después de la coronadora o la roscadora.

### Equipo requerido

Probador Zahm-Nagel de CO<sub>2</sub>

Nota: Calibre el manómetro del probador de CO<sub>2</sub> y su termómetro semanalmente o cada 70 mediciones según lo que ocurra primero.

### Procedimiento

1. Sacuda suavemente la muestra con la mano invirtiendo la botella 20 veces.
2. Coloque la botellas en el probador de CO<sub>2</sub> y espere hasta que la espuma baje.
3. Perfore la tapa, purgue la presión de la botella.
4. Sacuda manualmente la muestra hasta obtener máxima presión.
5. Anote la presión y la temperatura del producto.
6. Anote el volumen de CO<sub>2</sub>.

Nota: Para determinar el volumen de CO<sub>2</sub> use únicamente el disco de cálculo de CO<sub>2</sub> especial para cada bebida.

**Resultados**

Ideales: 3.6 volúmenes.

Aceptables: Entre 3.4 y 3.8 volúmenes pero con promedio de 3.6 volúmenes.

Inaceptables: Menos de 3.4 o más de 3.8 volúmenes.

**Acción Correctiva**

Si el contenido de CO<sub>2</sub> es inferior a 3.4 volúmenes.

Ajuste la presión de CO<sub>2</sub>.

Revise el sistema de refrigeración.

Si el contenido de CO<sub>2</sub> es superior a 3.8 volúmenes.

Reduzca la presión de CO<sub>2</sub>.

## **BEBIDA DE CONTROL**

El objetivo de esta medición es obtener el contenido necesario de azúcar que se requiere para una bebida de 355ml utilizando el equipo requerido y el procedimiento necesario.

### **Lugar de extracción de muestras**

Se extrae el jarabe del tanque de jarabe terminado.

### **Equipo requerido**

Matraz certificado de 2 onzas ( 59ml)

Matraz certificado 12 onzas (355ml)

Gotero

Refractometro de mano.

Agua destilada

### **Procedimiento**

1. Vierta 2 onzas de jarabe en el matraz. La parte inferior del menisco debe quedar al nivel de la marca.
2. Transfiera las 2 onzas de jarabe al matraz de 12 onzas.
3. Enjuague el matraz de 2 onzas con agua tratada y vierta su contenido en el matraz de 12 onzas.
4. Agregue agua tratada al matraz de 12 onzas para llevar el contenido total hasta la marca de 12 onzas.
5. Mezcle completamente dando vuelta al matraz y sacudiendo.

6. Medición del contenido de azúcar por el procedimiento de índice de refracción empleando el refractómetro de mano.

### **Resultados**

Aceptables: El valor medido en la bebida de control es igual o mayor que el valor inicial.

Inaceptables: El valor medido en la bebida de control es menor que el valor inicial

### **Acción Correctiva**

Si la medición de índice de refracción no es aceptable.

Realice nuevamente la medición de índice de refracción de la bebida de control.

Verifique la calibración de los instrumentos.

Prepare nuevamente la bebida de control y realice otra vez la medición de índice de refracción

## CONCENTRACIÓN DE SOSA CÁUSTICA

El objetivo de esta medición es determinar el contenido caústico de cada uno de los tanques que se van a utilizar para la limpieza de las botellas para eliminar toda contaminación que pueda contener y mejorar la calidad de la bebida.

### Lugar de extracción de muestras

Cada uno de los tanques de sosa cáustica de la lavadora de botellas.

### Equipo requerido

Agua destilada.

Pipeta o probeta graduada de 10ml.

Vaso de precipitado de 150ml.

Varilla de vidrio para revolver

BaCl<sub>2</sub> al 10%

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2.5N

### Procedimiento

1. Recoja una muestra de 10ml de cada uno de los tanques(verifique la temperatura de los tanques al tomar las muestras).
2. Agregue aproximadamente 10ml de agua destilada.
3. Agregue 5ml de cloruro bórico (se forma un precipitado de color blanco).
4. Agregue de 2 a3 gotas de indicador de fenolftaleina (se vera una tonalidad rojiza).

5. Adicione ácido sulfúrico 2.5N hasta que el color rojo desaparezca.
6. Lea la cantidad de mililitros en la bureta. Anote este valor como porcentaje de sosa cáustica.

### **Resultados**

**Aceptables:** El contenido cáustico de cada tanque satisface las especificaciones de cada bebida.

**Inaceptables:** El contenido de sosa cáustica no satisface las especificaciones.

### **Acción Correctiva**

1. Si el contenido es excesivo o insuficiente vuelva a verificar la muestra y confirme los resultados.
2. Agregue sosa cáustica o diluya con agua para ajustar la concentración. Vuelva a verificar 20 minutos mas tarde. (Si la concentración fuese excesiva verifique además el arrastre de sosa cáustica).
3. Verifique el tiempo transcurrido desde el ultimo cambio de los reactivos, reemplace la solución cáustica.

## **ARRASTRE DE SOSA CÁUSTICA**

El objetivo de tal medición es determinar si las botellas están completamente limpias, que no contengan residuos de sosa caustica o de otro tipo de sustancia, si contienen residuos deben ser regresadas para otro enjuague y nuevamente checadas.

### **Lugar de extracción de muestras**

Salida de la lavadora de botellas.

### **Equipo requerido**

Indicador de fenolftaleina.

Indicador de timolftaleina si fuera necesario.

Gotero.

### **Procedimiento**

1. Tome una botella de cada compartimiento a la salida de la lavadora de botellas.
2. Coloque 5 o 6 gotas de indicador de fenolftaleina en la parte inferior del cuello en la boca de cada botella y 5 o 6 gotas a la zona externa al mismo.
3. Gire la botella para distribuir uniformemente el indicador.

### **Resultados**

Aceptables: No hay cambio de color.

Inaceptables: Se nota una tonalidad rojiza.

**Acción Correctiva**

Si nota una tonalidad rojiza.

Vuelva a verificar las muestras de inmediato para confirmar los resultados.

Pruebe el agua de enjuague que entra en la lavadora con el indicador de fenolftaleina. Si el indicador se torna de color rojo repita la prueba de contenido de sosa cáustica con el indicador de fenolftaleina.

Verifique que los chorros de enjuague estén alineados y que no haya obstrucciones al flujo de agua.

Verifique la presión de los chorros de enjuague

Verifique la concentración de sosa cáustica en los tanques de lavado.

## CONTENIDO DE CLORO A LA SALIDA DEL FILTRO DE ARENA

Tal medición se realiza para determinar si existe algún residuo de cloro en exceso en el agua que se esta tratando.

### Lugar de extracción de muestras

Después del filtro de arena.

### Equipo requerido

Comparador clorimétrico con indicador de 0.2 a 12 ppm.

Solución de ortotolina.

### Procedimiento

1. Recoja la muestra mediante la llave de purga.
2. Llene tres tubos de ensayo con la muestra.
3. Coloque los tubos de ensayo en el comparador clorimétrico.
4. Agregue 0.5ml (10 gotas) de solución de ortotolidina al tubo de ensayo central y mezcle. (la solución toma un color amarillo en presencia de cloro)
5. Lea la indicación inmediatamente.
6. Encuentre el color mas parecido al del tubo de ensayo central en la guía de colores del comparador clorimétrico
7. Anote los resultados.

## **Resultados**

**Aceptables:** Lectura entre 6 y 8 ppm.

**Inaceptables:** Lectura inferior a 6 ppm.

Lectura superior a 8 ppm a menos que se haya efectuado una recomendación que se expresa para obtener este contenido residual.

## **Acción Correctiva**

Si el contenido residual es inferior a 6 ppm verifique.

El nivel de la solución en el tanque de productos químicos.

La velocidad de bombeo de la bomba de productos químicos.

La tubería de alimentación de productos químicos para asegurarse de que no este obtruida.

Que el procedimiento de recarga sea correcto.

Si el contenido residual es superior a 8 ppm verifique.

La velocidad de alimentación de la bomba de productos químicos.

Que los procedimientos de carga del tanque de cloro sean correctos.

El caudal de entrada de agua cruda.

## DUREZA TOTAL

El objetivo de esta medición es obtener que el agua tenga el máximo grado de pureza.

### Lugar de extracción de muestras

Después del suavizador.

### Equipo requerido

Bureta automática (20-50ml.) con botella de depósito.

Vaso de precipitado de 250 ml.

Probeta graduada de 250 ml.

"B": Solución Buffer.

"I": Indicador de dureza.

Varilla de vidrio para revolver.

### Procedimiento

1. Recoja una muestra de 100 ml.
2. Agregar 2 gotas de la solución B, revuelva , y 2 gotas de solución "I".
3. Valore hasta que la solución de color rojo sangre se torne azul-violeta.
4. Lea el volumen en mililitros consumidos en la bureta.  
Multiplique este valor por 10 y obtendrá la "Dureza" en ppm.
5. Anote el valor.

**Resultados**

Aceptables: 50 ppm o menos.

Inaceptables: Mas de 50 ppm.

**Acción Correctiva**

Si la dureza es mayor de 50 ppm:

Poner en servicio el suavizador de reserva.

Sacar de servicio el suavizador agotado para proceder a regenerarlo.

## **AUSENCIA DE CLORO EN EL AGUA TRATADA**

El objetivo de esta medición es revisar que el agua que se esta tratando no contenga cloro o que sea casi inexistente ya que afectaria al sabor de la bebida.

### **Lugar de extracción de muestras**

Después del purificador de carbón.

### **Equipo requerido**

Comparador clorimetrico con indicador de 0.2 a 12 ppm.

Solución de ortotolidina.

### **Procedimiento**

1. Recoja una muestra de la tubería de agua tratada.
2. Llene tres tubos de ensayo con la muestra de agua.
3. Coloque los tubos de ensayo en el comparador clorimetrico.
4. Agregue 0.5 ml (10 gotas) de solución de ortotolidina al tubo de ensayo central y mezcle perfectamente.
5. Lea de inmediato la indicación del aparato de clorimetria.
6. Espere 5 minutos y realice la lectura nuevamente

**Nota:** En los pasos 5 y 6 no debe notarse una tonalidad amarillenta(que indicaría la presencia de cloro).

## **Resultados**

**Aceptables:** La lectura del comparador clorimetrico es 0 ppm, indicando ausencia de cloro.

**Inaceptables:** Se nota una tonalida amarilla, indicando la presencia de cloro.

## **Acción Correctiva**

Si el comparador clorimetrico indica la presencia de cloro:

Vuelva a verificar la muestra de inmediato para confirmar los resultados.

Si los resultados son confirmados es necesario detener de inmediato la linea de producción.

Retrolave el purificador de carbón.

Verifique que la velocidad de alimentación de cloro no sea excesiva.

Verifique que los procedimientos de carga del tanque de cloro sean correctos.

Verifique que las válvulas apropiadas en el manitold estén cerradas y no tengan perdidas.

Verifique el tiempo transcurrido desde la ultima carga de carbón.

Realice una prueba de sabor del producto fabricado.

## **CALIBRACIÓN DE LOS TERMOMETROS DE LOS PROBADORES DE CARBONATACION**

El objetivo de tal medición es mantener bien calibrados los termómetros de los probadores de carbonatación para mantener la temperatura uniforme o que sea igual.

### **Lugar de extracción de muestras**

Termómetros de todos los probadores de CO<sub>2</sub>.

Nota: La prueba también debe incluir los termómetros de reserva.

### **Equipo requerido**

Termómetro de mercurio certificado.

### **Procedimiento**

1. Sumerja en agua helada el termómetro del probador de CO<sub>2</sub> y un termómetro certificado
2. Espere el tiempo suficiente para que los instrumentos se estabilicen.
3. Compare las temperaturas.
4. Repita el procedimiento con agua a temperatura ambiente.

### **Resultados**

Aceptables: El termómetro del probador de CO<sub>2</sub> indica la misma temperatura que el termómetro certificado.

Inaceptables: El termómetro del probador de CO<sub>2</sub> indica una temperatura distinta a la del termómetro certificado.

**Acción Correctiva**

Si el error es uniforme en los dos casos ( y el termómetro del probador de CO<sub>2</sub> es del tipo de dial con una tuerca de ajuste) ajuste el termómetro. Si la diferencia no es uniforme en los dos casos reemplace el termómetro.

Si el termómetro del probador de CO<sub>2</sub> no tiene tuerca de ajuste pero el error es uniforme en los dos casos puede considerarse un factor de corrección, en caso contrario, reemplace el termómetro.

## **CALIBRACIÓN DE LOS MANÓMETROS DE LOS PROBADORES DE CARBONATACIÓN**

El objetivo de esta medición es tener bien calibrado el manómetro del probador de dióxido de carbono y el del manómetro de referencia.

### **Lugar de extracción de muestras**

Manómetros de todos los probadores de CO<sub>2</sub>.

Nota: La prueba también debe incluir los manómetros de reserva.

### **Equipo requerido**

Comprobador con manómetro de referencia.

Manómetro del probador de CO<sub>2</sub>.

### **Procedimiento**

1. El manómetro de referencia debe ser calibrado previamente mediante un probador de peso muerto.
2. Gire la perilla del tornillo para abrir completamente el probador.
3. Llene el probador con agua y elimine el aire retenido.
4. Enrosque el manómetro del probador de CO<sub>2</sub> ligeramente en el comparador.
5. Gire la perilla del tornillo para aumentar la presión.
6. Compare las indicaciones de los manómetros a incrementos de 5 psi (5 lb pulg).

**Resultados**

**Aceptables:** La indicación del manómetro del probador de CO<sub>2</sub> es la misma que la del manómetro de referencia.

**Inaceptables:** La lectura del manómetro del probador de CO<sub>2</sub> no es igual al del manómetro de referencia.

**Acción Correctiva**

Si la diferencia entre las lecturas de los manómetros es uniforme ajuste el manómetro del probador de CO<sub>2</sub>. Si la diferencia no es uniforme a distintos valores de presión, reemplace el manómetro del probador de CO<sub>2</sub>.

## ALCALINIDAD TOTAL DEL AGUA

El objetivo de esta medición es obtener que el nivel de alcalinidad tiene que ser bajo de lo contrario alteraría el sabor de la bebida.

### Lugar de extracción de muestras

Después del purificador de carbón.

### Equipo requerido

Bureta automática (20 a 100 ml) con botella de depósito.

"M" = Anaranjado de metilo.

Vaso de precipitado de 200 ml.

Probeta graduada de 200 ml.

Varilla de vidrio

### Procedimiento

1. Recoja una muestra de 100 ml.
2. Agregue tres gotas de solución "M" a la muestra.
3. Valore hasta que el color amarillo cambie a rojo.
4. Lea la indicación de la bureta y anote la cantidad de ml. por 10 como la lectura "M".

### Resultados

Alcalinidad total aceptable: 50 ppm o menos.

Inaceptable: Más de 50 ppm.

**Acción Correctiva**

Si la alcalinidad es mayor que 50 ppm ajuste la dosificación química para reducir la alcalinidad.

## USO DE LA VELOCIDAD DE ULTRASONIDO EN ALIMENTOS

La falta de sensores compatibles es conocida por mantener atrás el desarrollo del control del proceso en la industria alimentaria. El control de proceso improvisa la calidad del proceso y reduce los costos de manufactura por esta razón ha sido una cantidad considerable de investigaciones en el desarrollo y aplicación de sensores para ser usados en la industria alimentaria. Los sensores han sido aplicados en una gran variedad de diferentes principios físicos: Infra rojos, Fibra óptica, Resonancia nuclear magnética, Microondas, Conductividad Eléctrica y Ondas Ultrasónicas.

El Ultrasonido es el estudio y aplicación de ondas de sonido teniendo frecuencias tan altas que no pueden ser detectadas por el oído humano por definición esta frecuencia es de 20 KHz (ie 20,000 ciclos/seg), de cualquier manera este solo es un punto de corte arbitrario.

Una onda ultrasónica es una perturbancia mecánica la cual se propaga por un material. Esta perturbancia mecánica puede tomar un numero diferente de formas, la mas común es la compresional. Todos los sensores ultrasónicos en la Industria Alimentaria utiliza ondas de compresión.

La onda se caracteriza por su amplitud y su frecuencia. La frecuencia es el número de ciclos la cual ocurre en un segundo y es igual al reciproco del periodo de onda T (El tiempo que toma una onda para llegar a un ciclo).

El material también tiene características de velocidad ultrasónica la cual depende de sus propiedades físicas. La velocidad del ultrasonido es conocida como la distancia de onda de ultrasonido y esta dada por la formula  $V = f \cdot \lambda$

En resumen una onda ultrasónica se puede caracterizar por su frecuencia y su amplitud. La velocidad a la cual una onda recorre por un material y la cantidad por la cual es atenuada depende de las propiedades físicas del material por lo que midiendo la velocidad y atenuación del ultrasonido en un material es posible obtener información acerca de las propiedades físicas.

El Cuadro 4 muestra las velocidades de algunos materiales comunes.

La velocidad del ultrasonido es usualmente mayor en sólidos y menor en gases, con líquidos se mantiene a mediación.

Debe recalcarce que las propiedades ultrasónicas de los materiales son sensibles de temperatura y esas mediciones deben de ser tomadas a una temperatura conocida.

**Cuadro 4 Velocidad de Ultrasonido en algunos materiales comunes**

Material	Velocidad (m/s)
Acero	5900
Hueso	4000
Grasa solida	2200
Agua	1480
Aceite	1360
Aire	334

Povey 1988.

La intensidad de ultrasonido alta es usada para cambiar las propiedades físicas del material por el cual se propaga y usa niveles altos de poder. Las aplicaciones típicas de alta intensidad de ultrasonido son la emulsificación y la limpieza.

La intensidad de ultrasonido baja es usado para proveer información acerca de las propiedades físicas del material y el uso de niveles bajos de poder no cambia las propiedades es un método no destructivo.

Es la baja intensidad de ultrasonido la cual es utilizada en sensores ultrasónicos en la Industria Alimentaria y existe una variedad de diferentes técnicas disponibles para medir la velocidad y atenuación del ultrasonido. Lo mas común y frecuentemente lo mas simple es que se use en la Industria Alimentaria como la técnica de eco pulso (Fig.1). Un generador de pulso produce un pulso eléctrico el cual es convertido en un pulso electrónico por un transductor ultrasónico electrónico.

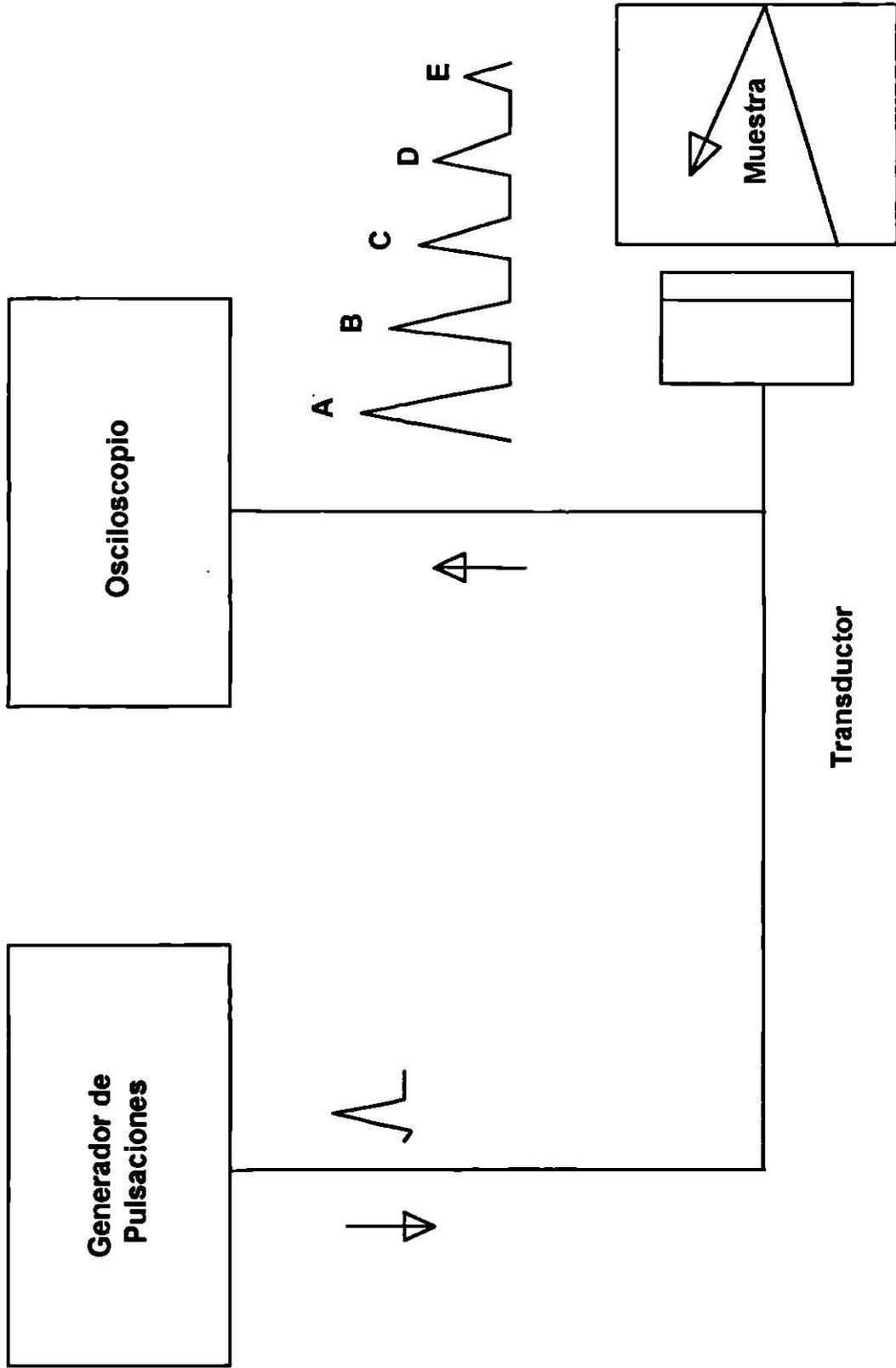
El pulso recorre por un material bajo prueba hasta que este refleja por su lado lejano, después recorre por el material hacia el transductor el cual es parcialmente transmitido y parcialmente reflejado. La parte transmitida es detectada por el transductor y mandada a un osciloscopio, la parte reflejada viaja por el material la cual es reflejada nuevamente de la pared lejana. Este proceso continua hasta que el ultrasonido es completamente atenuado y con esto una serie de ecos son detectados y mandados hacia el osciloscopio (Fig. 2).

La velocidad (V) esta determinada por la medición del tiempo (T) entre ecos sucesivos. Cada velocidad ha viajado por la distancia de las muestra

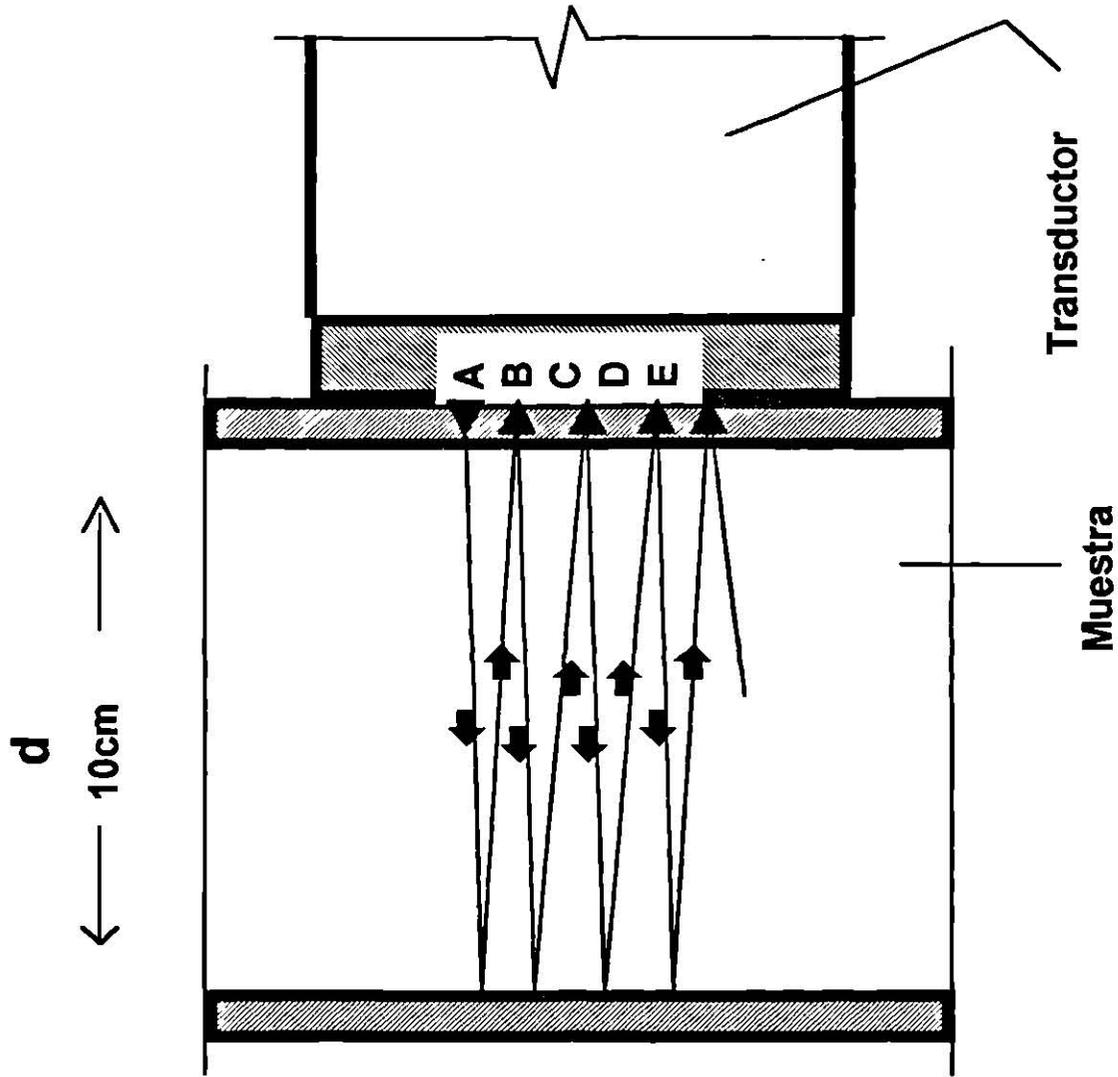
$$V= 2 \cdot d/t$$

Existen muchas aplicaciones potenciales de ultrasonido en la Industria Alimentaria puede utilizarse para determinar el contenido de grasa solidas de margarina y chocolate, la concentración de azucares de la fruta, el contenido de aire en la nieve y merengues así como la composición de la carne entre otras.

Como la mayoría de los procesos se llevan a cabo automáticamente se especula que el uso de sensores se convertirá en lo mas utilizado.



**Figura 1. Representación esquemática de un generador de pulso para medición de velocidad de ultrasonido.**



**Figura 2. Representación de la transmisión de el sonido a través de un material liquido.**

Para ilustrar el uso del ultrasonido para este propósito concentraremos en una aplicación de la técnica: La determinación del contenido de aceite en los aderezos para ensaladas.

Legalmente el aderezo para ensalada debe contener al menos 37% de aceite, pero el aceite es un ingrediente caro y por eso el fabricante no quiere poner mas de lo que se requiere por lo que debe controlar el contenido de aceite de sus productos durante la manufactura para que se acerque lo mas posible a los valores legales. Esto puede alcanzarse teniendo un sensor que pueda monitorear el contenido de aceite durante la producción para que esta información pueda ser usada como control el cual regule la cantidad de aceite que entra a la mezcla.

Usando sensores en la linea de producción da un mayor control sobre la producción que las pruebas tradicionales donde una muestra de producto debe ser tomada al final de la linea, enviada a un laboratorio lo cual es un tiempo de consumo y significa que la mayor cantidad del producto deberá ser desechado si se detecta una falla.

Este ejemplo ilustra la importancia de los sensores en la Industria Alimentaria. El desarrollo de los sensores basados en ultrasonido y otras técnicas ayudara a los fabricantes a tener un mejor control sobre su producción que improvisa la calidad del producto y reduce costos.(Povey y McClements, 1988., McClements y Povey, 1987).

## **Determinación de Sólidos por Velocidad de Ultrasonido**

En 1969 los instrumentos de medición de velocidad de sonido empezaron a aparecer en las líneas de proceso químico en forma muy limitada, la mayoría fueron empleados para pruebas de carga mientras que unos pocos fueron instalados directamente en línea para monitoreo continuo y de control.

Ahora el velocímetro de sonido está siendo ocupado en una escala más amplia incluyendo en la creciente lista de aplicaciones son detección de interfases y de determinación de gravedad en líneas de petróleo; monitoreo de la concentración de gravedad de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), determinación de concentración de poliestireno, control de calidad del nailon, y medición de las propiedades físicas y químicas de un producto.

Alentado por la aceptación de la velocidad de sonido como un parámetro de control de calidad en las industrias químicas y petroleras, la Industria Alimentaria ha efectuado pruebas en Alimentos para demostrar que existe una relación entre la velocidad de sonido y el contenido total de sólidos.

Conociendo esta relación los productos alimenticios pueden ser continuamente monitoreados durante la producción por lo que se eliminan el tiempo consumido en el método tradicional de evaporación, el cual es normalmente usado para determinar el porcentaje(%) de sólidos.

El resultado es un ahorro en tiempo y dinero para el productor de Alimentos.

Tipicamente la velocidad del sonido puede ser medida con una precisión de 0.1 % ( $\pm 0.15$  m/seg).

Zacharias E.M. y Parnell R.A. 1972. efectuaron mediciones de velocidad del sonido en 38 tipos de productos alimenticios obtenidos de una tienda local, los

productos incluían jugos de fruta y jugos de vegetales, aceite vegetal, salsa, vinos y mieles, tres marcas de cada jugo de ciruelos y jugo de tomate fueron probados.

La velocidad del sonido fue medida a 5 temperaturas diferentes desde 5 a 50°C y los resultados fueron graficados para cada producto. Se encontró que la velocidad del sonido aumenta con la temperatura al máximo y después disminuye con aumento adicional de la temperatura. El máximo para el agua destilada es alcanzada a 74°C así como al agregarse los sólidos al agua la máxima se mueve hacia abajo en temperatura y hacia arriba en velocidad de sonido.

Cada producto excepto para aceites y vinos, fue diluido con el 10% en peso de agua destilada encontrando que la velocidad del sonido disminuye al disminuir el contenido de sólidos para el mismo estudio efectuado por Zacharias E.M. y Parnell R.A..

Se encontró que la diferencia en las curvas de la velocidad del sonido entre los vinos y el agua destilada está relacionado con la presencia del alcohol y los sólidos.

La curva tiende a ser más horizontal cuando la cantidad de alcoholes aumenta, finalmente la curva asume una posición negativa al incrementarse la concentración de alcohol.

### **Ventajas de la velocidad de Ultrasonido**

Varios métodos son útiles para medir el contenido de sólidos en los líquidos estos incluyen instrumentos que miden la velocidad del sonido, conductividad, índice de refracción y densidad. La velocidad del sonido es comparable en complejidad y en el costo a los refractómetros, conductímetros, y densitómetros, pero tienen varias ventajas sobre estos instrumentos.

El velocímetro de sonido tiene una ventaja sobre el conductímetro por que opera en conductividad eléctrica baja así también como en conductividad media.

La velocidad del sonido puede ser usada para medir el contenido de solidos cuando las densidades de los líquidos y el componente de los solidos son similares por lo que el densímetro es inexacto.

El mismo criterio se sigue para una mezcla de dos líquidos teniendo aproximadamente la misma densidad. En comparación con el refractómetro los velocímetros del sonido responden a los solidos totales.

Debido a la gran sensibilidad a los cambios en las características de los líquidos el velocímetro del sonido es preferido a otros sensores donde se requiere una medición mas confiable.

Por ejemplo para la solución de sal de nylon los velocímetros de sonido generan una medición de las concentraciones 11 veces mas confiable que la proveída por los refractómetros. Además de la velocidad del sonido detecta cambios del 0.02% en concentraciones de 90% a 100% de ácido sulfúrico, donde los conductímetros son comparativamente insensibles a estas altas concentraciones de ácidos, (Zacharias E.M. y Parnell R.A. 1972)

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizo en el Laboratorio de Bromatologia de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Ubicada en la carretera Zuazua-Marin Km 17.5. Marin, Nuevo León.

### Material

Para la realización del presente trabajo se utilizaron los siguiente materiales:

Balanza analítica escala de 0 a 1200gr, Marca Sartorius 1206 Mp.

Balanza garantía Metler AE 200.

pHmetro Beckman 10pH meter.

Refractometro Atago N1 escala de 0 a 32 °Brix % a 20°C.

Estufa a temperatura constante 105 a 110°C Modelo HDT.18 Marca Mapsa.

Mufla a una temperatura de 550 a 600°C Lindberg Tipo S1848 CTD Temperatura máxima 1,100°C.

Equipo de Velocidad de Ultrasonido, Marca CYGNUS INSTRUMENTS LTD Modelo UVM1.

Equipo para baño María para temperatura controlada, Marca Felisa Modelo FE-371 Temperatura de 0-70°C.

### Reactivos

Hidróxido de sodio al .5N (NaOH).

Carbón activado.

Fenolftaleina (Indicador).

Solución pH 4.

Solución pH 7.

Las diferentes marcas de bebidas carbonatadas a analizar fueron:

Pepsi, Pepsi Light, Pepsi Max, Coca Cola, Diet Coke, KAS (Toronja), Mirinda (Naranja), Barrilitos (Naranja), Joya (Naranja), Sprite (Lima-Limon), Del Valle (Toronja), 7 Up (Lima-Limon).

### **Variables a considerar**

Se tomaron las variables de Acidez(%), Cenizas(%), pH, Evaporación, Índice de Refracción (°Brix) y Velocidad de Ultrasonido.

### **Medición de Acidez**

La Acidez se determinó mediante la titulación del Ácido Fosfórico con Hidróxido de sodio (NaOH) al .5 N.

Se pesó una cantidad de 25gr en un vaso de precipitado y se añadió 3 a 5 gotas de indicador (Fenolftaleina) y se titulo con solución de Hidróxido de sodio .5 N. También se puede medir utilizando un pHmetro y añadiendo Hidróxido de sodio (NaOH al .5N) hasta que el pHmetro nos de una lectura de entre 8 y 9 y tomar lectura de cuantos ml se gastaron de NaOH para sustituirlos en la formula y calcular el porcentaje de ácido fosfórico mediante la ecuación:

$$\% \text{H}_3\text{PO}_4 = \frac{(V) (N) (0.049) (100)}{W}$$

**W**

**Donde:**

V = Mililitros de NaOH gastados en la titulación.

N = Normalidad de la solución de NaOH.

W = Gramos de muestra.

Dónde 0.049 es el factor del ácido fosfórico y se obtiene dividiendo el peso molecular del ácido fosfórico, sobre el numero de equivalentes de hidrógeno libres del ácido.

### **Medición de solidos totales por evaporación**

Se pesó una cantidad de muestra de 10gr en un crisol, y se puso a evaporar la muestra en la estufa a una temperatura de 100 a 105°C por un tiempo de 5 horas consecutivas. Después de este periodo de 5 horas se sacaron y se pusieron a enfriar durante 20 a 30 minutos en un desecador y se determino por diferencia de peso el contenido de solidos.

### **Medición de pH**

Para la determinación de pH se pesó una cantidad de muestra de 25 gr en un vaso de precipitado, posteriormente se mide el pH con el phimetro previamente estandarizado y limpio.

### **Medición de Índice de Refracción**

La concentración de sacarosa se expresa en grados Brix a 20°C, el grado Brix equivale al porcentaje de peso de la sacarosa contenido en una solución acuosa(Rosales,1996).

En productos como jugos y mermeladas, la presencia de sustancias sólidas influye en la refracción de la luz.. Sin embargo, el índice de refracción o los grados Brix son suficientes para determinar la cantidad de solidos solubles en el producto.(S.E.P,1982, y Hart,F.I,Fisher,H.J.,1991).

Ver el procedimiento establecido en el capitulo de análisis fisicoquimicos de bebidas.

## Medición de Velocidad de Ultrasonido

La Velocidad de Ultrasonido se determino mediante la preparación de una solución de glucosa y sacarosa utilizando una cantidad de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 y 16 gr de sacarosa y glucosa disueltos en 100 ml de agua destilada, esto para determinar una curva estandar de velocidad de ultrasonido para dichas soluciones a 25°C.

Posteriormente se tomaron las muestras de los tratamintos a analizar, de los cuales se tomaron 40 ml en un matraz Erlenmeyer, controlando las muestras en baño María a una temperatura de 25°C (Completamente sin gas).

Después se coloca la muestra en el recipiente y se espera de 3 a 4 minutos, se toma la lectura del tiempo obtenido y este se sustituye en la ecuación para la determinación de Velocidad de Ultrasonido que es la siguiente:

$$V_{\text{solución}} = \frac{V_{\text{agua}} \cdot t_{\text{agua}}}{t_{\text{solución}}}$$

Donde:

$V_{\text{agua}}$  = velocidad del agua 1496.7 m/s (Constante a 25°C).

$t_{\text{agua}}$  = tiempo del agua (agua destilada)

$t_{\text{solución}}$  = tiempo de la solución (Muestras)

## Análisis Estadístico

Para el análisis de los resultados obtenidos en los métodos de Evaporación, Índice de Refracción y Velocidad de Ultrasonido se realizó un análisis de varianza factorial (2 factores) con repetición, generándose los siguientes tratamientos.

Cuadro 5. Modelo de análisis estadístico para el método de evaporación.

METODO	TRATAMIENTO	A	B	C
EVAPORACION	T1 Pepsi Cola			
	T2 Joya			
	T3 Pepsi Ligh			
	T4 Pepsi Max			
	T5 Barrilitos			
INDICE DE REFRACCION	T6 7 Up			
	T7 Mirinda			
	T8 Coca Cola			
	T9 Diet Coke			
VELOCIDAD DE ULTRASONIDO	T10Del Valle			
	T11Kas			
	T12Sprite			

A, B y C - Representan las repeticiones de cada tratamiento.

**Modelo Estadístico**

$$Y_{ij} = \mu + F_i + T_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Es la observación del método  $i$  en el tratamiento  $j$ .

$\mu$  = Es la media poblacional.

$F_i$  = Es el efecto del método  $i$ .

$T_j$  = Es el efecto de los tratamientos  $j$ .

$\varepsilon_{ij}$  = Es el error experimental.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos de los 12 tratamientos durante el desarrollo de la investigación se presentan en el cuadro 13 donde las bebidas dietéticas presentaron valores menores de 1 % en sólidos por los tres métodos y en contrando valores del orden de 9 a 11 % de sólidos en las no dietéticas, es importante mencionar que los métodos de Evaporación y Velocidad de ultrasonido determinan diferencia de valores para cada una de las bebidas de la marca Pepsi Ligh y Pepsi Max, no así el método de Índice de refracción el cual no detecto diferencia entre ellos, igual comportamiento en las lecturas fue para las bebidas de las marcas Barrilitos y Mirinda.

Por lo que respecta al pH de las muestras la medición se ve afectada por la presencia de gas la cual se explica físicamente que la bebida que contiene gas se encuentra con mayor acidez que la bebida que no lo contiene.

Los resultados obtenidos de la aplicación del análisis de varianza mostraron que existe diferencia significativa entre los métodos de obtención de sólidos y entre los tratamientos(Cuadro 6).

**Cuadro 6. Análisis de varianza para los métodos de determinación de sólidos (Factor A) y Tratamientos (Factor B).**

F. V.	GL	SC	CM	F
FACTOR A	2	9.345215	4.672607	224.7241*
FACTOR B	11	2356.931152	214.266464	10304.9170*
INTERACCIÓN	22	29.160645	1.325484	63.7477
ERROR	72	1.497070	0.020793	
TOTAL	107	2396.934082		

\*Diferencia Significativa

C.V. = 1.72 %

El cuadro 7 muestra que el valor medio para los métodos de evaporación e índice de refracción fue de 8.5 siendo menor para el método de velocidad de ultrasonido.

Esto explica que el método de Evaporación determina el contenido de solidos totales de las bebidas y el de Índice de Refracción hace una determinación del contenido de solidos(azúcar) que se encuentran en la solución, en este caso los refrescos o bebidas carbonatadas no alcohólicas. En lo que respecta al método de Velocidad de Ultrasonido hace una medición más exacta de los solidos presentes en la solución, enfocandose a determinar específicamente por medio de una curva estandar la concentración de azúcar presente en la solución por lo tanto el resultado obtenido es relativamente menor.

**Cuadro 7. Muestra los resultados de medias del factor A (Métodos)**

<b>FACTOR A</b>	<b>MEDIA</b>
<b>1. Evaporación</b>	<b>8.587877</b>
<b>2. Índice de Refracción</b>	<b>8.549999</b>
<b>3. Velocidad de Ultrasonido</b>	<b>7.945833</b>

El cuadro 8 muestra que los valores medios de los tratamientos clasificados como no dietéticos existe una elevada concentración de solidos encontrándose su valor medio entre 11.97 a 9.92 en comparación con los tratamientos clasificados como dietéticos donde su valor medio se encuentra este .46 a .23

Esto explica que los tratamientos Joya, Barrilitos, 7 Up, Del Valle y Kas, contienen mayores concentraciones de solidos que los tratamientos de Pepsi Cola, Sprite y Coca Cola ya que estos tienen menor contenido de solidos, estando estos clasificados como refrescos no dietéticos.

Se muestra también que para los refrescos dietéticos existe una marcada diferencia en relación al contenido de sólidos de los tratamientos anteriores, ya que los clasificados como dietéticos muestran valores por debajo del 1 % de sólidos totales.

**Cuadro 8 Muestra los resultados de medias del factor B (Tratamientos)**

<b>FACTOR B</b>	<b>MEDIAS</b>
1. Pepsi Cola	10.869678
2. Joya (Naranja)	11.291622
3. Pepsi Ligh	0.303756
4. Pepsi Max	0.232633
5. Barrilitos (Naranja)	11.877189
6. 7 Up (Lima-Limon)	10.301579
7. Mirinda (Naranja)	11.109900
8. Coca Cola	9.924456
9. Diet Coke	0.461344
10. Del Valle (Toronja)	11.516333
11. Kas (Toronja)	11.976290
12. Sprite (Lima-Limon)	10.470066

El Cuadro 9 muestra los resultados de la comparación de medias de los tres diferentes métodos utilizados en contrandose que los métodos de evaporación e Índice de refracción no muestran diferencia entre ellos, pero si existe diferencia significativa con el método de Velocidad de Ultrasonido.

**Cuadro 9. Comparación de medias de los métodos utilizados en los análisis.**

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>MEDIAS</b>	
1. Evaporación	8.5879	A
2. Índice de Refracción	8.5500	A
3. Velocidad de Ultrasonido	7.9458	B

Nivel de Significancia = 0.05

DMS = 0.0676

Para determinación de sólidos por el método de evaporación se obtuvo que Kas en la comparación de medias resultó ser la de mayor contenido de sólidos al resto de los tratamientos, con una media de 12.8289; mientras que para la bebida Coca Cola fue de los refrescos no dietéticos la de menor contenido de sólidos para el caso de Diet Coke, Pepsi Ligh y Pepsi Max resultaron ser los de menor contenido de sólidos que los tratamientos anteriores con unas medias por tratamiento que fueron de .2340, .2279 y .1979 respectivamente lo cual concuerda con lo esperado al no tener dentro de su formulación azúcares.(Cuadro 10).

**Cuadro 10 Comparación de medias para el método de evaporación de los doce tratamientos.**

TRATAMIENTOS	MEDIA	
11. Kas (Toronja)	12.8289	A
2. Joya (Naranja)	11.9415	B
7. Mirinda (Naranja)	11.6130	C
5. Barrilitos (Naranja)	11.5982	C
10. Del Valle (Toronja)	11.1490	D
12. Sprite (Lima-Limon)	11.1269	D
1. Pepsi Cola	11.0924	D
6. 7 Up (Lima-Limon)	10.8381	E
8. Coca Cola	10.2067	F
9. Diet Coke	0.2340	G
3. Pepsi Ligh	0.2279	G
4. Pepsi Max	0.1979	G

Nivel de Significancia = 0.05

DMS = 0.2341

Para el método de Índice de Refracción se obtuvo que la bebida Kas al igual que por el método de evaporación resultó ser el de mayor contenido de sólidos (azúcar), así como la Coca Cola fue la de menor contenido al resto de los demás tratamientos.

Las bebidas dietéticas son comparativamente iguales tanto para el método de evaporación como para el Índice de Refracción. (Cuadros 10 y 11).

**Cuadro 11. Comparación de medias para el método de Índice de refracción de los doce tratamientos.**

TRATA MIENTOS	MEDIA	
11. Kas (Toronja)	12.6000	A
2. Joya (Naranja)	11.8000	B
7. Mirinda (Naranja)	11.6667	B
5. Barrilitos(Naranja)	11.6333	B C
10. Del Valle (Toronja)	11.4000	C
12. Sprite (Lima-Limon)	11.0000	D
1. Pepsi Cola	10.9333	D
6. 7 Up (Lima-Limon)	10.6333	E
8. Coca Cola	10.5000	E
9. Diet Coke	0.2333	F
3. Pepsi Ligh	0.1000	F
4. Pepsi Max	0.1000	F

Nivel de Significancia = 0.05

DMS = 0.2341

Según el análisis estadístico en la comparación de medias (cuadro 12) para el método de Velocidad de Ultrasonido, se obtuvo que para la marca Barrilitos resultó ser estadísticamente mayor en el contenido de sólidos al resto de los demás tratamientos analizados, y para el caso de Coca Cola sigue presentando el contenido de sólidos menor al igual que los otros métodos. Observándose que para las bebidas Pepsi Ligh y Pepsi Max resultaron ser estadísticamente iguales

en el contenido de sólidos en contrando que si se detecta la diferencia en Diet Coke con respecto de las otras bebidas dietéticas.

**Cuadro 12. Comparación de medias para el método de velocidad de ultrasonido de los doce tratamientos.**

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
5. Barrilitos (Naranja)	12.4000	A
10. Del Valle (Toronja)	12.0000	B
1. Pepsi Cola	10.5833	C
11. Kas (Toronja)	10.5000	C
2. Joya (Naranja)	10.1333	D
7. Mirinda (Naranja)	10.0500	D
6. 7 Up (Lima-Limon)	9.4333	E
12. Sprite (Lima-Limon)	9.2833	E F
8. Coca Cola	9.0667	F
9. Diet Coke	0.9167	G
3. Pepsi Ligh	0.5833	H
4. Pepsi Max	0.4000	H

Nivel de Significancia = 0.05

DMS = 0.2341

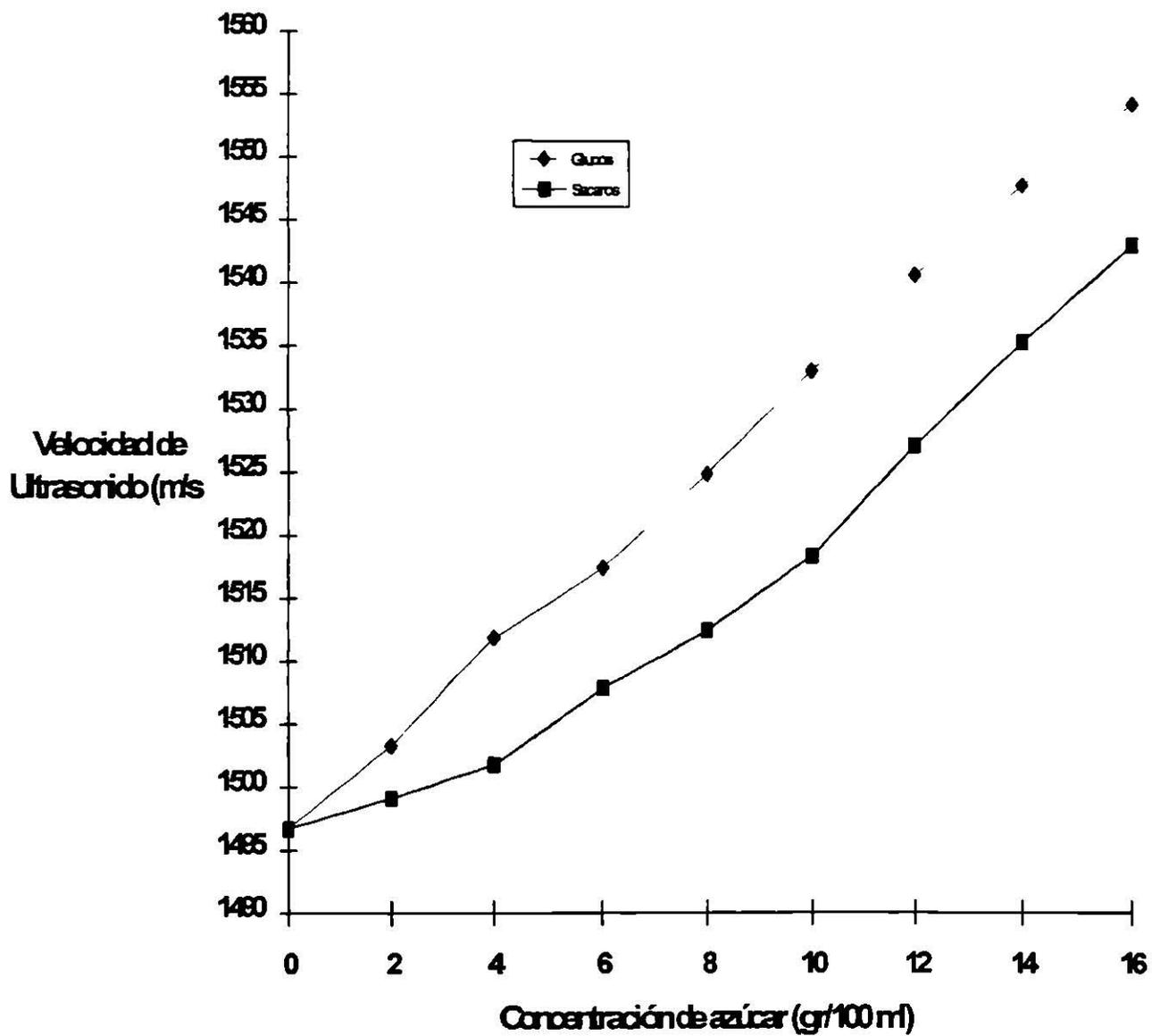
La diferencia que se presenta en relación a los resultados obtenidos por la Velocidad de Ultrasonido y Evaporación, se debe a que la Velocidad de sonido es capaz de identificar las estructuras físicas de los sólidos como se puede evaluar las curvas estándares de Velocidad de Ultrasonido para las soluciones de Glucosa y Sacarosa. (Gráfica 1)

Cuadro 13. Concentración de medias de las variables en estudio y los tratamientos utilizados por los metodos de vaporación, Índice de Refracción y Velocidad de Ultrasonido.

Tratamientos	% Humedad	% Cenizas	pH		% Acidez		Evaporación	I.R.**	% Solidos*	V. Ultrasonido
			Con Gas	Sin Gas	Con Gas	Sin Gas				
Pepsi Cola	88.9075	.0568	2.70	2.77	.1110	.1110	11.0923	10.9	10.5833	
Joya	88.0584	.0165	3.12	3.11	.1450	.1450	11.9415	11.8	10.1333	
Pepsi Ligh	99.7718	.0732	3.23	3.27	.1143	.1143	.2279	0.1	.5833	
Pepsi Max	99.802	.0491	2.95	2.99	.1274	.1274	.1979	0.1	.4000	
Barrilitos	88.4016	.0398	2.93	2.99	.3287	.3287	11.5982	11.6	12.4000	
7 Up	89.1618	.0512	3.33	3.37	.1707	.1707	10.8380	10.6	9.4333	
Mirinda	88.3868	.0105	2.88	2.92	.1793	.1793	11.6130	11.6	10.0500	
Coca Cola	89.7932	.0844	2.63	2.69	.0686	.0686	10.2067	10.5	9.0667	
Diet Coke	99.7658	.0521	3.20	3.28	.0288	.0288	.2340	0.2	.9167	
Del Valle	88.8509	.335	2.74	2.76	.2859	.2859	11.1449	11.4	.5833	
KAS	87.1710	.0055	2.78	2.71	.2817	.2817	12.8288	12.6	10.5000	
Sprite	88.873	.0532	3.09	2.98	.2177	.2177	11.1268	11.0	9.2833	

\* Determinado por tres metodos diferentes.

\*\* I.R. Índice de refracción.



Gráfica 1 Curva Estándar de Velocidad de Ultrasonido para Glucosa y Sacarosa a 25°C.

## CONCLUSIONES

Tomando en cuenta las condiciones en que se realizó el estudio y de acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir lo siguiente.

Los resultados en la determinación de sólidos por los métodos de Evaporación y Índice de Refracción son comparativamente iguales.

El método de Índice de Refracción y Velocidad de Ultrasonido son más rápidos que el método de Evaporación.

El método de Índice de Refracción resulto ser un método rápido y confiable que nos permite reducir los tiempos y costos que representan el sistema de muestreo.

El método de Velocidad de Ultrasonido es el único capaz de ser utilizado para identificar diferentes compuestos ya que varía según la estructura química contenida.

## RESUMEN

El trabajo de investigación consistió en evaluar y determinar el contenido de sólidos totales que forman parte de las bebidas carbonatadas dietéticas y no dietéticas, mediante un método rápido y confiables que permita reducir los tiempos que representan en el sistema de muestreo.

Los tratamientos utilizados fueron doce, utilizando bebidas carbonatadas no alcohólicas dietéticas y no dietéticas.

Los métodos utilizados para la determinación de sólidos totales fueron Evaporación, Índice de Refracción y Velocidad de Ultrasonido.

Las variables analizadas para cada uno de los tratamientos fueron Acidez(%), Sólidos totales por Evaporación, Índice de Refracción, Velocidad de Ultrasonido, pH y Cenizas.

Se encontró que los métodos de Índice de Refracción y Evaporación resultaron ser comparativamente iguales, siendo estos métodos confiables para la determinación de sólidos, ya que el método de Índice de Refracción nos permite reducir los tiempos de muestreo.

Se observó que no hay diferencia significativa en el uso de los métodos de evaporación e Índice de refracción, pero si para el método de Velocidad de Ultrasonido ya que éste método presento valores diferentes a los obtenidos por los métodos anteriores, ya que es el único capaz de ser utilizado para identificar diferentes compuestos.

## BIBLIOGRAFIA

Badui D.S. 1993. Química de los Alimentos. Editorial Alhambra Mexicana. Pag. 483-485.

Beltz H.D. and Grosch W. et al. 1988. Química de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Pag. 349-352.

Desrosier N.W. 1983. Elementos de Tecnología de Alimentos. Editorial Continental México. Pag. 663-669.

Fennema, O.R. 1993. Química de los Alimentos. Editorial Acribia, S.A. Pag. 737-741.

Egan H. and Kirk R.S. et al. 1991. Análisis Químico de los Alimentos de Pearson. Editorial Continental S.A. de C.V. México Pag. 19-46.

Hart F.I and Fisher H.J. 1991. Análisis Moderno de los Alimentos. Editorial Acribia. Pag. 63-64.

Manual de Escencias y concentrados.S.A. 1991. Análisis Físicoquímico de bebidas Manual inédito.

Mc Clements D.J. and Povey M.J.W. 1987. "Solid fat Content determination using ultrasonic velocity measurements" in International Journal of Food Science and Technology, Vol. 22. Pag. 491.

Rosales T.M.B. 1996. Evaluación de dos líneas de proceso en la industria de frutas tropicales. Tesis profesional. Facultad de Agronomía U.A.N.L. Marín N.L.

Pag.42

Olivares S.E. 1984. Diseños Experimentales en Ciencias Agrícolas. Fac. de Agronomía, UANL: Marín N.L. México.

Potter N.N. 1973. La Ciencia de los Alimentos Editorial Edutex, México

Pag. 571-576.

Povey M.J.W. and Mc Clements D.J. et al. 1988. "Ultrasonics in Food Engineering" in Journal of Food Engineering, Vol. 8, pag 217.

William Horwitz et al. 1975. Methods of Analysis of the A.O.A.C. Twelfth Edition. Published by the A.O.A.C. Washinton, DC 20044. Pag. 566.

Zacharias JR E.M. , and Parnell JR. R.A. 1972. Measuring the solids content of foods by sound Velocimetry in Food Technology APRIL. Pag. 160-166.

