

### ***III METODOLOGÍA***

---

#### ***3.1 TIPO DE ESTUDIO***

- Según el tiempo de ocurrencia de los hechos, el presente trabajo es de tipo prospectivo
- Según el periodo y secuencia del estudio; es de tipo longitudinal
- Según el análisis y alcance de los resultados; es de tipo experimental

#### ***3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA***

##### ***3.2.1 UNIVERSO***

El universo del presente trabajo estuvo conformado por las 10 marcas comerciales con sus diferentes presentaciones que se encuentran a disponibilidad de la población limeña

##### ***3.2.2 MUESTRA DEL TRABAJO***

La muestra utilizada en el trabajo fueron seis dentífricos, 3 que contenían fluoruro de sodio de la misma marca comercial y 3 que contenían monofluorofosfato de sodio de la misma marca comercial

Como se menciona con anterioridad el propósito central es la determinación de la concentración inicial del fluoruro y la final, luego de

haber sido almacenadas y sometidas, las muestras de estudio, a variaciones de temperatura.

La obtención de dichas muestras mediante su compra estuvo sujeta a una serie de consideraciones de índole estadístico en lo referente al muestreo y a la selección de cada una de las muestras. Cada uno de los dentífricos fue clasificado adecuadamente para guardar con ello un orden en los análisis.

Se optó por asignarle a cada producto un número por sorteo que lo hará identificable.

### 3.2.3 MUESTREO

El muestreo es de tipo probabilística por conveniencia debido a lo siguiente: una vez obtenida la muestra por medio de encuestas, los dentífricos seleccionados en el estudio fueron son dos marcas comerciales, una de ellas contenía fluoruro de sodio (NaF); y la otra contenía monofluoruro fosfato de sodio (MFP). Para la obtención de la muestra en el mercado se siguieron ciertos lineamientos:

Tiempo de residencia (en relación a la concurrencia de público). Los dentífricos pueden permanecer durante mucho tiempo sin su venta respectiva a pesar de ser artículos de primera necesidad; además, las condiciones de almacenaje varían dependiendo: si son supermercados, en los cuales las condiciones de almacenaje son similares y adecuadas; caso contrario en pequeños distribuidores en los cuales los dentífricos pueden permanecer por mucho tiempo almacenados en diferentes condiciones, y sin salida al público.

Debido a que las condiciones de almacenaje también varían la concentración del fluoruro en dentífricos, el modo de selección de la muestra fue la siguiente.

Se adquirieron tres tubos de dentífricos de la misma marca comercial que presenten como sal fluorada al fluoruro de sodio (NaF) y tres de otra marca comercial que presenten como sal fluorada al Monofluorofosfato de sodio (MFP)

Los dentífricos fueron adquiridos en un supermercado debido a que en estos las condiciones de almacenaje para los productos son similares y están a temperatura adecuada

Los dentífricos empleados fueron de un lote reciente, (según información del rotulado y distribuidor en el supermercado) no manifestando más de tres meses de estar a la venta; además, los dentífricos pertenecieron todos al mismo lote, tanto los que contienen fluoruro de sodio como los que contienen monofluorofosfato de sodio, evitando con ello variaciones en los resultados

### **3.3 EQUIPOS Y ACCESORIOS**

Para la determinación de la concentración de fluoruro se utilizó un electrodo específico, siendo esta la metodología más adecuada actualmente. Para realizar esto es necesario poseer el electrodo ión selectivo específico para fluoruro como electrodo indicador, un electrodo de referencia estable y un potenciómetro adecuado.

Para las determinaciones realizadas se empleó lo siguiente:

- a. Un electrodo ión selectivo de fluoruro marca Orion Mod. 940900 de estado sólido
- b. Un electrodo de referencia de precisión marca Orión Mod. 90-01 de junta simple

- c. Un potenciómetro marca Orión Research, modelo EA 920
- d. Un agitador electrónico VWR modelo 310

### 3.3.1 MATERIALES

#### 3.3.1.1 REACTIVOS

Los reactivos usados fueron químicamente puros:

- a. FNa (Matheson Coleman & Bell) con un contenido de ácido fluorhídrico del 0.05% y un contenido de alcali libre como Na<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> de 0.10%
- b. Ácido acético glacial (Rayon peruana SA bajo licencia de JT Baker Chemical Co.)
- c. Cloruro de sodio (Riedel –de Haän Ag) con una pureza mínima de 99.8%
- d. Citrato trisodico (Merck) en sal dihidratada con una pureza mínima del 99.8%
- e. Agua bidestilada

#### 3.3.1.2 SOLUCIONES

las soluciones a preparadas fueron :

- a. Solución de Stock de Fluoruro. Se secó NaF en una estufa a 105°C durante una hora y se dejó enfriar en un desecador. Se pesaron 2.21g de NaF, se disolvieron en agua bidestilada enrasando a un litro, y se guardo en frascos de polietileno. Esta solución contiene 1000ppm
- b Estándares de fluoruro:** para la preparación de los estándares de 200, 100 y 10 ppm se tomaron 200, 100 y 10ml respectivamente de la

solución de Stock anterior y se diluyeron a un litro con agua desionizada guardándolas en frascos de polietileno

**c. Estándares de fluoruro para dentífricos con NaF**

- Estándar de trabajo de 100ppm.- De la solución de Stock de 100ml se toman 25ml, se vierten en un vaso plástico al cual se agregan 25ml de TISAB II

- Estándar de trabajo de 10ppm .- De la solución de Stock de 10ml se toman 25ml los cuales se vierten en un vaso plástico y se agregan 25ml de TISAB II

Para calibrar los estándares en el potenciómetro se colocaron en un agitador y los respectivos electrodos para su lectura respectiva. Una vez establecidos, los estándares se guardaron en frascos de plástico opaco

**d. Estándares de fluoruro para dentífricos con NaMFP**

- Estándar de trabajo de 10 ppm.- pipetear 10ml de solución de Stock de 100ml verter en una fiola y completar con buffer acetato al 15%. Hasta completar 100ml

- Estándar de trabajo de 1ppm.- pipetear 10ml de solución de Stock de 10ml , verter en una fiola y completar con buffer acetato al 15% hasta completar 100ml.

Para calibrar los estándares en el potenciómetro se emplearon de cada uno 50ml los cuales se vertieron en un vaso plástico y se colocaron en el agitador y sus respectivos electrodos para su lectura respectiva. Realizada la lectura estos estándares se guardaron en frascos plásticos opacos

**e. Acondicionadores:** la solución acondicionadora usada se llama TISAB que son las siglas para el Amortiguador para el ajuste de la

fuerza iónica total (Total ionic strength adjustor buffer) del que actualmente existen cuatro versiones distintas dependiendo del uso. En el caso de las determinaciones de fluoruro las soluciones acondicionadoras utilizan un pH de trabajo entre 5 y 8 debido a la fuerte interferencia del ión hidroxilo sobre la lectura utilizando para esto un tampón acetato que es inreactivo ante el fluoruro.

La versión utilizada fue el TISAB II : a 500ml de agua destilada agregar 57ml de ácido acético glacial, 58g de NaCl y 12g de ácido 1,2 – ciclohexilen diamino tetra acético (CDTA). Colocar en baño maría a 80°C. Enfriar a temperatura ambiente y llevar a pH 5.0 – 5.5 con NaOH 5M o en solución al 20%. Se enrasa finalmente a 1L.

El ácido 1.2 ciclohexilen diamino tetra acético elimina cualquier interferencia del ión aluminio presente (este reemplaza al citrato de sodio presente en el TISAB I)

### 3.3.1.3 MATERIALES DE VIDRIO Y PLÁSTICO

De uso común

- pipetas aforadas de 10, 20, 25 y 50ml
- pipetas graduadas de 10 y 25ml
- vasos de 100 , 300 , y 500ml
- fioles de 100, 200, 250, 500 y 1000 ml
- baguetas de vidrio

para almacenamiento se emplearon frascos de PVC transparente resistente al ataque de álcalis o ácidos de 200ml de capacidad, frascos de plástico opaco de 100, 200, 500 y 1000ml que serán usadas para el almacenaje de las soluciones de Stock y acondicionadores

### 3.4. MÉTODOS

#### 3.4.1 CALIBRACIÓN

El método de calibración es similar al de cualquier potenciómetro tradicional; es decir, la lectura del voltaje o diferencia de potencial desarrollada por los patrones o estándares respectivos. La verificación se determina mediante el control de la pendiente obtenida la cual debe encontrarse, para el caso del electrodo de fluoruro en  $56 \pm 2$  milivoltios por cada 10 unidades de concentración. Es por esto que la calibración debe hacerse en lo posible con estándares que se encuentren alejados dicha cantidad de modo que las posteriores lecturas de concentración sean lo más confiable posible.

Para calibrar los estándares de fluoruro de sodio (NaF) se realizó lo siguiente:

Se toma el estándar preparado de 10ppm para NaF anteriormente mencionado y se coloca en un agitador magnético. Se introducen los electrodos de modo que no queden burbujas adheridas a las superficies activas. Los electrodos quedan sumergidos por lo menos 3cm.

En el potenciómetro se presiona el botón MODE ( modo de lectura) , hasta que aparezca en la pantalla : CONCN (concentración), luego se presiona FUNCTION ( función) hasta llegar a STD 1 ( primer estándar). Se realiza la lectura del estándar manteniendo la agitación constante. La concentración que muestre la pantalla se modifica, si es que fuese necesario, hasta que coincida con la concentración referida en el estándar preparado empleando las teclas  $\leftarrow$  o  $\rightarrow$  . Cuando la lectura se ha estabilizado se pulsa la tecla ENTER ( registro), luego aparece en la pantalla STD 2 (segundo estándar). Para retirar los electrodos se presiona STANDBY (espera).

Se procede de forma similar con el segundo estándar que debe ser el de mayor concentración. Se presiona FUNCTION para recuperar la lectura. Se coloca el segundo estándar y se modifica la lectura hasta coincidir con el preparado con las teclas o . Al final de la introducción del segundo estándar se presiona la tecla FUNCTION hasta que aparezca en la pantalla SLOPE (pendiente) cuyo valor debe encontrarse entre  $56 \pm 2$ . en caso contrario se deben preparar soluciones frescas de fluoruro y TISAB

### 3.4.2 PROCEDIMIENTO CON LA MUESTRA

#### 3.4.2.1 OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS

Para obtener las muestras a analizar se realizó lo siguiente:

Cada uno de los dentífricos paso por el proceso de homogenización el cual consistió en amasar en el mismo tubo el contenido de cada uno durante un tiempo de 10 minutos, luego de esto, los primeros 10cm de dentífrico fue eliminado debido a que en la parte distal es difícil de homogenizar debido a las características que presenta el tubo

**Método para obtención de solución de Stock de muestra de dentífricos a base de fluoruro de sodio (NaF).**- en una balanza digital analítica, con un vaso de vidrio previamente realizada su tara, se pesan 5.000g de cada uno de los dentífricos. Luego se disuelven con agua desionizada hasta que no existan grumos y se formen la menor cantidad de burbujas. Estos contenidos se vierten en sus fiolas respectivas, tratando de que no queden restos del dentífrico en el vaso. Luego se agrega agua desionizada hasta completar 100ml en cada fiola.

Para realizar la medición del fluoruro, se coloca una por una las fiolas en el agitador por un espacio de 15 minutos y luego se procede a pipetear 25ml, los cuales se vierten en un vaso plástico, a este mismo vaso se agregan 25ml de TISAB II, y es este vaso el que luego se colocará en el agitador para su lectura respectiva. *(este procedimiento se repite 3 veces para cada una de las muestras, tanto en las mediciones iniciales como en las finales para evitar márgenes de error en las mediciones).*

La lectura realizada por medio de los electrodos la reemplazamos en una formula indicada según especificación del fabricante para obtener la concentración total en ppm:

$$\text{Flúor total en ppm} = \text{valor obtenido} \times 20$$

**Método para obtención de solución de Stock de muestra de dentífricos a base de monofluoruro fosfato de sodio ( NaMFP).**- En la misma balanza digital con un vaso previamente calibrado se pesan entre 9.500 y 10.500g de pasta.( en la investigación se peso 10.000g en cada una de las muestras). Dichas cantidades se diluyeron con agua desionizada y luego se transfirieron a sus fiolas respectivas completando luego con agua desionizada la cantidad de 100ml. En cada fiola se realizó lo siguiente:

Se homogeniza en un agitador electrónico por espacio de 10 minutos. Durante este periodo se miden entre 30 y 50ml de esta solución los cuales se vierten en tubo de centrifuga. Se centrifuga por espacio de 30 minutos hasta que el sobrenadante esté claro. Pipetear 20ml del sobrenadante y verter en fiola de 100ml. Agregar 5ml de ácido clorhídrico (HCl) concentrado, agitar y dejar reposar por un espacio de 45 minutos. pasado este tiempo se completa a 100ml con agua desionizada. Pipetear 10ml de esta solución y verter en fiola, diluir con buffer acetato al 15% hasta completar 100ml.

Para realizar la medición respectiva por medio de los electrodos, se vierten 50ml de esta solución final en un vaso plástico, el cual estará sometido al agitador magnético. Una vez obtenida la lectura en el potenciómetro, para determinar la concentración de flúor disponible nos ceñimos a la especificación que tienen los dentífricos con NaMFP; es decir:

$$\text{Flúor disponible} = \frac{[F] \text{ ppm} \times 5000 \text{ ml}}{W_g}$$

[ F ] = medida de la lectura en ppm

Wg = peso de la muestra en gramos

5000 = factor de dilución en 100ml

Obtenidos los primeros resultados, los dentífricos fueron llevados a sus respectivos lugares de almacenaje en donde fueron almacenados por un promedio de seis meses y medio (200 días), para luego hacer las mediciones respectivas, siguiendo los pasos anteriormente mencionados

### 3.5 *RECOLECCIÓN DE DATOS*

Una vez recolectados los datos ( lecturas de las muestras por medio de los electrodos) se procedió a llevar estos datos a unas tablas para su correcto análisis. Las pruebas estadísticas realizadas fueron la desviación estándar, medidas de tendencia central como la media aritmética , análisis de varianza y pruebas de razón T para muestras pequeñas y pruebas de razón T para muestras en intervalos de tiempo.

### ***3.5.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS***

#### ***3.5.1.1 En relación a los dentífricos a base de fluoruro de sodio (NaF)***

- La tabla numero 1 presenta las concentraciones iniciales encontradas en todas las muestras, las cuales fueron similares, resultando en todos los casos un promedio de 1402 ppm, variando de la concentración indicada por el fabricante que es de 1450, en 48 ppm lo cual equivale a un 3.3% del total.
- La tabla 2 presenta los resultados finales, los cuales variaron de la siguiente manera: En las muestras sometidas a temperatura ambiente (Muestra 1) la disminución estuvo en un rango de 20 ppm lo cual equivale a un 1.4% de la concentración inicial encontrada
- Los dentífricos sometidos a refrigeración (muestra 2) tuvieron una disminución de 18 ppm que equivale a un 1.2% de la concentración total
- Los dentífricos sometidos a alza térmica (muestra 3) tuvieron una disminución de 32 ppm que equivale a un 2.28% de la concentración inicial encontrada.

**TABLA 1**  
***Concentración media en ppm y desviación media de flúor de los dentífricos con fluoruro de sodio***

Muestras	Resultados iniciales en ppm	Concentración según el fabricante	Desviación media
Muestra 1	1402	1450	0.66
Muestra 2	1402	1450	0.33
Muestra 3	1402	1450	0.33

Observación:

En todas las pruebas, la muestra 1 fue sometida a temperatura ambiente, la muestra 2 fue sometida a refrigeración y la muestra 3 fue sometida al calor

**TABLA 2**  
***Comparación entre los resultados iniciales y los resultados finales obtenidos en los dentífricos con fluoruro de sodio***

Muestras	Concentración inicial en ppm	Concentración final en ppm
Muestra 1	1402	1382
Muestra 2	1402	1382
Muestra 3	1402	1370

### *3.5.1.2 En relación a los dentífricos a base de monofluoruro fosfato de sodio (NaMFP)*

- Los resultados iniciales son presentados en la tabla 3, y mostraron una disminución notable entre las concentraciones de flúor encontradas en las muestras y las especificadas según el fabricante siendo la disminución más alta del 20% (muestra 1), la intermedia (muestra 2) de 16.5% y la menor (muestra 3) del 15.5% de la concentración total.
- Las concentraciones iniciales encontradas en las muestras del mismo lote presentaron entre si variaciones en el rango de 35 y 45 ppm en relación a la menor concentración que era de 800 ppm.
- Los resultados finales son presentados en la tabla 4 y mostraron una disminución en ppm notable de flúor en relación a las encontradas al inicio, siendo la variación en las muestras sometidas a temperatura ambiente (muestra 1) de 63 ppm la cual equivale a un 8% de la concentración inicial
- Las muestras sometidas a refrigeración (muestra 2) tuvieron una variación de 82 ppm que equivale a 9.8% de la concentración inicial encontrada
- Las muestras sometidas a un alza térmica ( muestra 3) mostraron una variación de 128 ppm que equivale al 15.1% de la concentración inicial encontrada.

**TABLA 3**

***Concentración media en ppm y desviación media de flúor en los dentífricos con monofluorofosfato de sodio***

Muestras	Concentración inicial en ppm	Concentración en ppm (fabricante)	Desviación media
Muestra 1	800	1000	0.66
Muestra 2	835	1000	0.33
Muestra 3	845	1000	1.33

**TABLA 4**

***Comparación entre los resultados iniciales y los resultados finales obtenidos en los dentífricos a base de monofluoruro fosfato de sodio***

Muestras	Concentración inicial en ppm	Concentración final en ppm
Muestra 1	800	737
Muestra 2	835	753
Muestra 3	845	717

### 3.5.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.5.2.1 Análisis iniciales en los dentífricos con NaF y la especificación del fabricante

Para poder realizar estos análisis partimos de la siguiente hipótesis:

Ho : (hipótesis Nula).- no existen diferencias significativas entre la concentración indicada por el fabricante y las concentraciones iniciales encontradas en estos dentífricos

H1 : (hipótesis operacional).- Existen diferencias significativas entre la concentración indicada por el fabricante y las encontradas al inicio.

En las determinaciones iniciales de los tres grupos se obtuvieron como promedio las siguientes concentraciones: Muestra 1 (que será sometida a temperatura ambiente) = 1402 ppm. Muestra 2 (será sometida a refrigeración) = 1401.66 ppm, y muestra 3 (será sometida a calor) = 1401.66 ppm. Como se puede apreciar las tres muestras no tienen una variación notable entre si mismas; pero si con la especificación del fabricante que es de 1450 ppm. Para comprobar si las diferencias fueron significativas se realizó una prueba de razón T la cual compara muestras obtenidas con un valor hipotético ( en este caso la especificación del fabricante), cuya fórmula es:

$$T = \frac{\bar{X} - u}{\frac{S}{\sqrt{N}}}$$

X = promedio de muestras  
u = promedio hipotético (fabricante)  
S = desviación estándar  
N = número de casos

Con lo cual se determinó lo siguiente:

***Concentración de flúor en ppm inicial y especificación del fabricante en la muestra 1 ( temperatura ambiente)***

Concentración en muestras	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	1402	2.000	T encontrado 41.5692	2.891x10 <sup>-4</sup>	P = 0.01
fabricante	1450		T en tabla C 9.925		

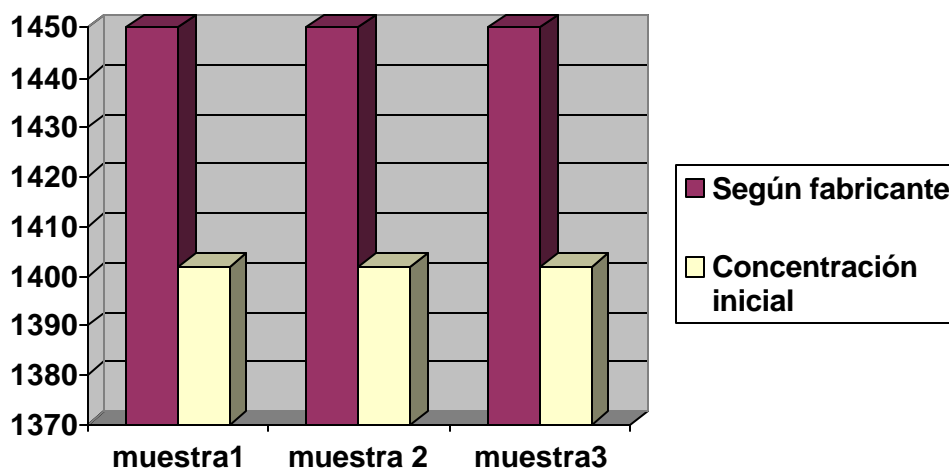
***Concentración de flúor en ppm inicial y especificación del fabricante en la muestra 2 (temperatura de refrigeración)***

Concentración en muestras	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	1401.6	0.5774	T encontrado 145.0000	2.378x10 <sup>-5</sup>	P = 0.01
fabricante	1450		T en tabla C 9.925		

***Concentración de flúor en ppm inicial y especificación del fabricante en la muestra 3 (que será sometido al calor)***

Concentración en muestras	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	1401.6	0.5774	T encontrado 145.0000	2378x10 <sup>-5</sup>	P = 0.01
fabricante	1450		T en tabla C 9.925		

Los tres resultados, con un nivel de significancia de 0.01, nos dan una probabilidad mucho menor al parámetro establecido con lo cual podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis operacional, verificando con esto que si existen diferencias significativas entre la concentración inicial y la indicada por el fabricante.



*Gráfico 1*

*Concentración de flúor total inicial en ppm en los dentífricos a base de fluoruro de sodio en relación a la especificación del fabricante*

### *3.5.2.2 Análisis estadísticos finales de los dentífricos con NaF (fluoruro de sodio)*

En las muestras finales del grupo Crest (dentífricos con NaF), sometidos a diferentes temperaturas, se hallaron las siguientes concentraciones de flúor:

Muestra 1 (sometido a temperatura ambiental)= 1384 ppm, muestra 2 (sometido a refrigeración)= 1383 ppm y muestra 3 (sometido al calor) = 1369.6 ppm. Como se aprecia, el grupo sometido al calor presentó la mayor variación. Para comprobar si las diferencias fueron significativas,

se realizó la prueba estadística paramétrica del ANOVA ( análisis de varianza), hallándose una probabilidad de  $1.284 \times 10^{-4}$ , la cual es menor al nivel de confianza de 0.01, por lo que decidimos aceptar la hipótesis de investigación y rechazar la hipótesis nula. Concluyéndose que en el grupo Crest , las muestras sometidas a diferentes temperaturas presentan variación en la concentración de flúor.

Para determinar las variaciones en concentración de flúor que presentaban los dentífricos al inicio y al final de sus análisis, se aplicaron las pruebas de razón T para la misma muestra medida dos veces, en las cuales obtuvimos:

***Muestra 1 (sometida a temperatura ambiente), antes y después***

momento	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	1402	4.000	T encontrado 7.7942	$8.033 \times 10^{-3}$	P = 0.05
final	1384		T en tabla C 4.303		

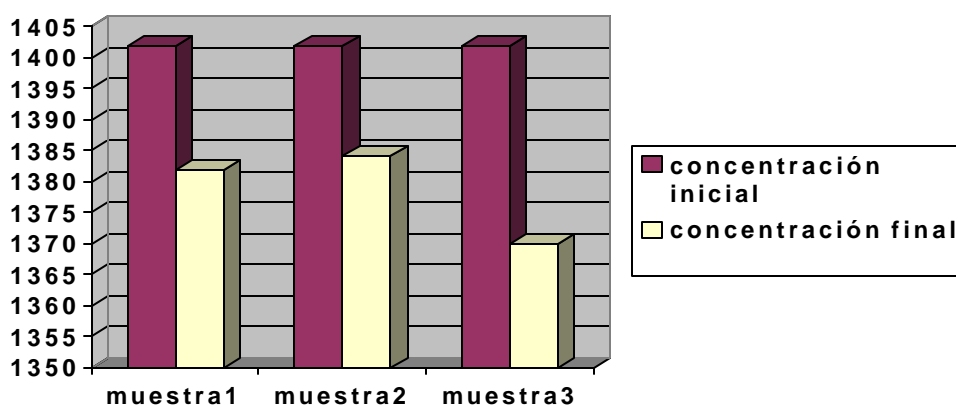
***Muestra 2 (sometida a refrigeración) antes y después***

momento	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	1401.6	1.7321	T encontrado 18.0000	$1.536 \times 10^{-3}$	P = 0.01
final	1383		T en tabla C 9.925		

***Muestra 3 (sometida al calor) antes y después***

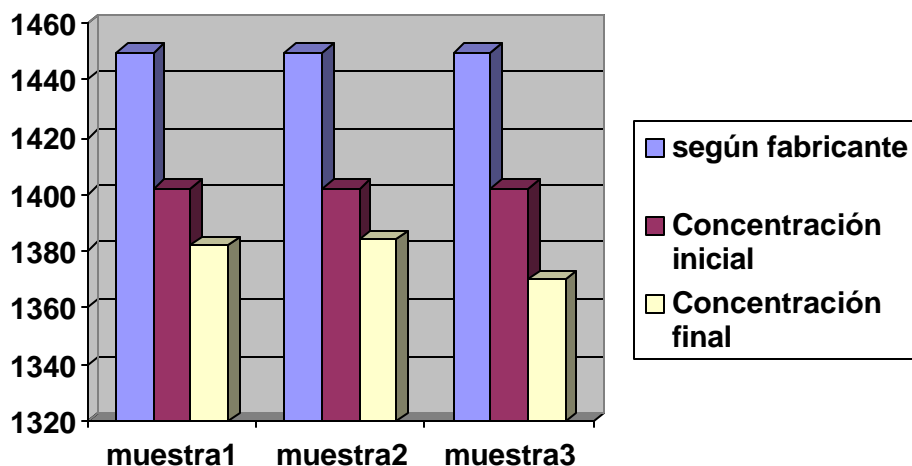
momento	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	1401.6	1.000	T encontrado 55.4256	1.627x10 <sup>-4</sup>	P = 0.01
final	1369.6		T en tabla C 9.925		

Las pruebas fueron realizadas con un nivel de significancia de 0.01 a 0.05; obteniéndose como resultados en la muestra 1 una probabilidad de 0.00803 para que no ocurran variaciones en las concentraciones; en la muestra 2 hay una probabilidad de 0.00153 y en la muestra 3 la probabilidad es de 0.000167. Dichos resultados son menores al nivel de significancia de 0.05, lo cual nos permite determinar que en los tres grupos hay diferencias significativas, siendo la variación más notoria en la muestra sometida al calor.



***Grafico 2***

***Comparación entre las concentraciones totales de flúor en ppm entre las muestras iniciales y las almacenadas durante 200 días en los dentífricos a base de fluoruro de sodio***



*Gráfico 3*

*Comparación entre las concentraciones en ppm: iniciales, luego de 200 días de almacenaje y especificación según fabricante, de los dentífricos a base de fluoruro de sodio*

### *3.5.2.3 Análisis iniciales en los dentífricos con NaMFP y la especificación del fabricante.*

Para poder realizar estos análisis, partimos de la siguiente hipótesis:

Ho = (hipótesis nula) No existe diferencia significativa entre las concentraciones encontradas y las indicadas por el fabricante

H1 = (hipótesis operacional) Si existe diferencia significativa entre las concentraciones iniciales y las indicadas por el fabricante.

En las determinaciones iniciales de los tres grupos se obtuvieron como promedio las siguientes concentraciones: Muestra 1 (que será sometida a temperatura ambiente) = 800 ppm, Muestra 2 (será sometida a

refrigeración) = 834.66 ppm, y la muestra 3 (será sometida al calor) = 845 ppm.

Observamos que las concentraciones iniciales varían entre ellas mismas, a pesar de pertenecer al mismo lote, además se observa que estas concentraciones varían con las indicadas por el fabricante. Para comprobar si las diferencias fueron significativas, se aplicó la prueba de razón T, empleada en las muestras anteriores, con lo cual se determina lo siguiente:

***Concentración de flúor, en ppm, inicial y la indicada por el fabricante en la muestra 1 (temperatura ambiente)***

Concentración en muestras	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	800	1.000	T encontrado 346.4102	4.167x10 <sup>-6</sup>	P = 0.01
fabricante	1000		T en tabla C 9.925		

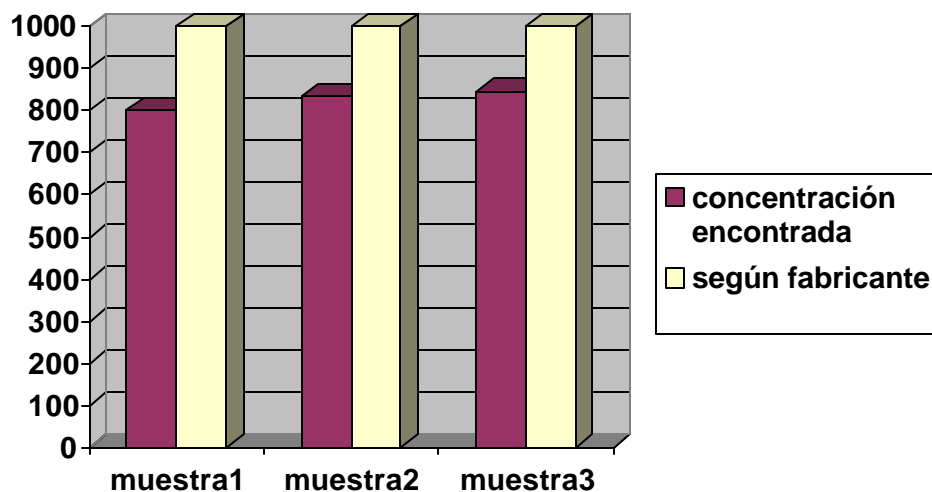
***Concentración de flúor, en ppm, inicial y la indicada por el fabricante en la muestra 2 (sometida a refrigeración)***

Concentración en muestras	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	834.6	0.333	T encontrado 496.000	2.032x10 <sup>-6</sup>	P = 0.01
fabricante	1000		T en tabla C 9.925		

*Concentración de flúor; en ppm, inicial y la indicada por el fabricante en la muestra 3 ( sometida al calor)*

Concentración en muestras	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	845	1.000	T encontrado 155.000	2.801x10 <sup>-5</sup>	P = 0.01
fabricante	1000		T en tabla C 9.925		

Los tres resultados, con un nivel de significancia de 0.01 nos dan resultados que difieren de dicho valor en un margen bastante amplio, lo cual nos permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis operacional verificando con esto que si existen diferencias significativas entre las concentraciones iniciales versus lo que indica el fabricante.



**Gráfico 4**

*Concentración inicial de flúor total en ppm en los dentífricos a base de monofluoruro fosfato de sodio en relación a la especificación del fabricante*

### 3.5.2.4 *Análisis estadísticos finales de los dentífricos con NaMFP (monofluoruro fosfato de sodio)*

En las muestras finales del grupo Cliden (dentífrico con NaMFP), sometidos a diferentes temperaturas se hallaron las siguientes concentraciones de flúor: muestra 1 (sometido a temperatura ambiente) = 737.3 ppm, muestra 2 (sometido a refrigeración) = 752.6 ppm y la muestra 3 (sometido al calor) = 717.3 ppm. Como puede apreciarse, el grupo sometido al calor presentó la mayor variación con respecto al inicial. Para comprobar si las diferencias fueron significativas se realizó las pruebas estadísticas paramétricas del ANOVA (análisis de varianza), obteniendo una probabilidad del  $6.596 \times 10^{-6}$ , la cual es mucho menor que el nivel de significancia de 0.01, con lo cual rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis de investigación. Concluyendo que la variación de temperatura influye en la concentración de flúor.

Para evaluar donde radican las diferencias se realizaron las pruebas de razón T para la misma muestras medida en dos tiempos con lo cual obtuvimos:

#### *Muestra 1 (sometida a temperatura ambiente) antes y después*

momento	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	800	2.5166	T encontrado 43.1302	$2.686 \times 10^{-4}$	P = 0.01
final	737.3		T en tabla C 9.925		

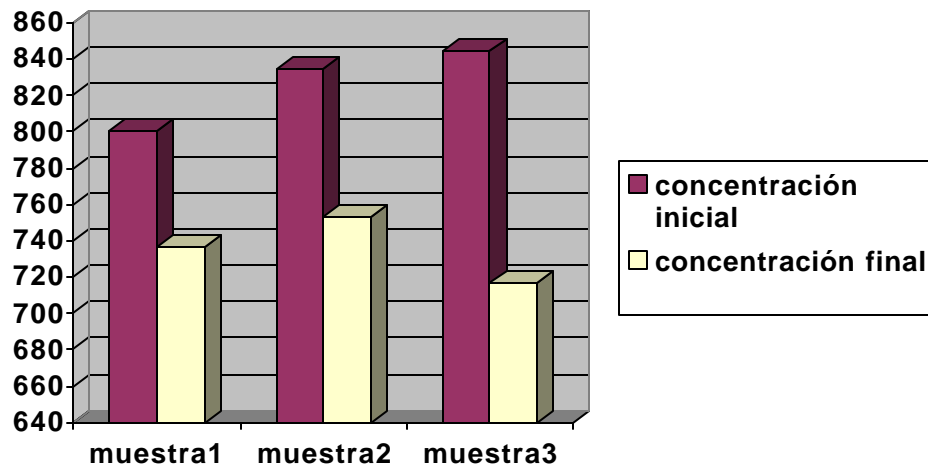
***Muestra 2 (sometida a refrigeración) antes y después***

momento	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	834.6	3.000	T encontrado 47.3427	2.229x10 <sup>-4</sup>	P = 0.01
final	752.6		T en tabla C 9.925		

***Muestra 3 (sometida al calor) antes y después***

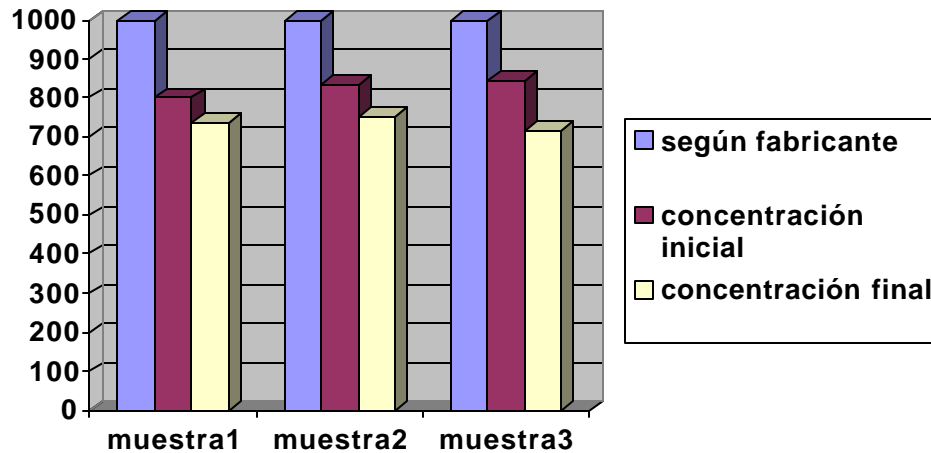
momento	X	Desviación estándar	Valor de la razón T	Probabilidad	Nivel de significancia
Inicial	845	1.5275	T encontrado 144.7604	2.386x10 <sup>-5</sup>	P = 0.01
final	717.3		T en tabla C 9.925		

Los resultados obtenidos nos permiten determinar que las tres muestras presentaron diferencias significativas con respecto al inicio. Siendo mas notable en las muestras sometidas a calor



*Grafico 5*

*Comparación entre las concentraciones totales de flúor en ppm entre las muestras iniciales y las almacenadas durante 200 días en los dentífricos a base de monofluoruro fosfato de sodio*



*Gráfico 6*

*Comparación entre las concentraciones en ppm iniciales, luego de 200 días de almacenaje y especificación del fabricante, en los dentífricos a base de monofluoruro fosfato de sodio*