

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES**

CENTRO DE CIENCIAS BÁSICAS

DEPARTAMENTO DE MORFOLOGÍA

**CONCENTRACION MINERAL DE CALCIO Y FLÚOR IN SITU EN EL  
ESMALTE DENTAL HUMANO**

TESIS

PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS  
MORFOLOGICAS.

PRESENTA:

**JAIRO MARIEL CÁRDENAS**

**ASESOR: DR. JAVIER VENTURA JUÁREZ**

**COASESOR: M. EN C. DR. LUIS MANUEL BUSTOS ARANGO**

AGUASCALIENTES, AGS., MAYO DE 2006.

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

**COLABORADORES**

**DR. JAVIER VENTURA JUÁREZ**

Profesor investigador numerario, titular C

Dedicación exclusiva 40 horas.

Centro de Ciencias Básicas

Departamento de Morfología.

**M. EN C. LUIS MANUEL BUSTOS ARANGO**

Profesor investigador numerario, titular C

Dedicación exclusiva 40 horas.

Centro de Ciencias Básicas

Departamento de Morfología.

**APOYO TÉCNICO**

**Bióloga Araceli Adabache Ortíz.**

Departamento de Biología,

Centro de Ciencias Básicas, UAA

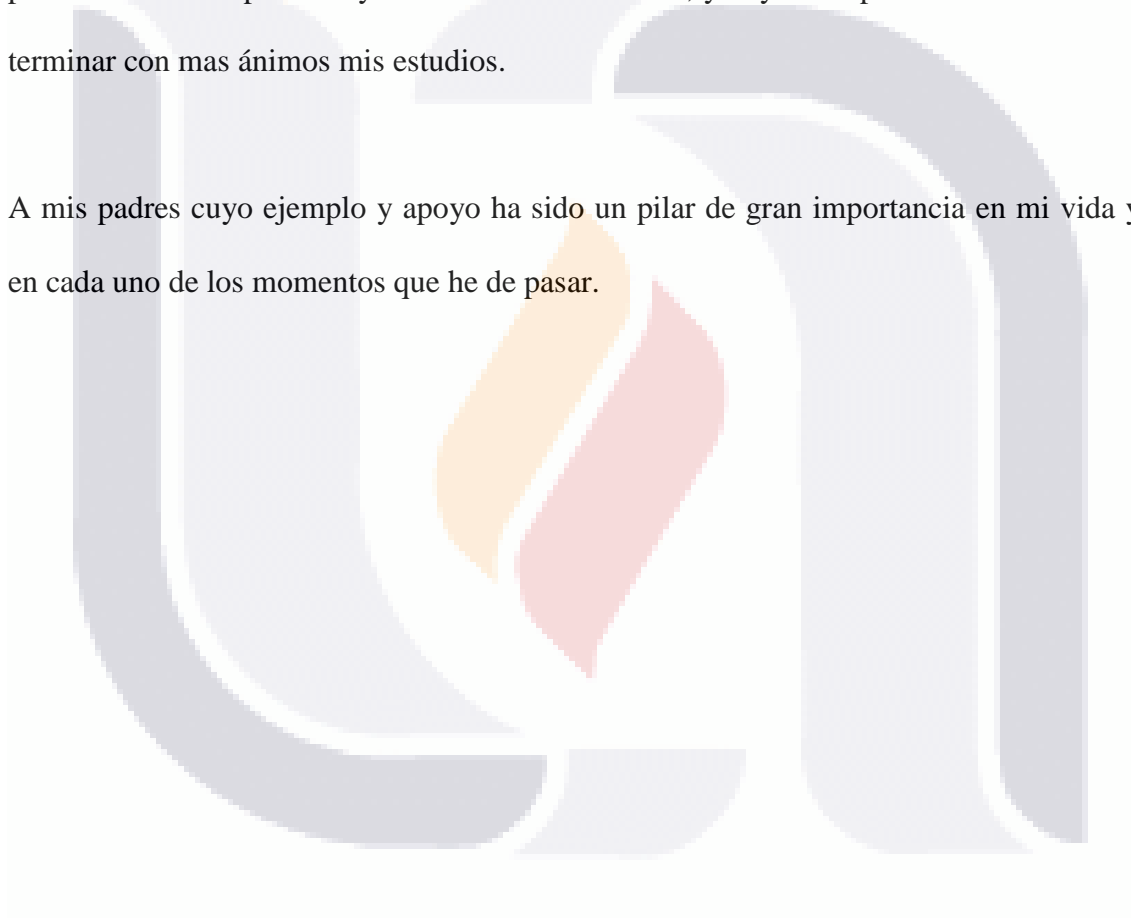


## DEDICATORIAS

A mi esposa Sonia que con su ayuda y motivación fue el aliciente para levantarme ante cada inconveniente que surgió y que con amor y comprensión salí adelante en cada uno de los momentos que pase durante mis estudios y después de ellos.

A mi hija que resulta una luz en mi camino la cual junto a su madre resultan una fuente permanente de inspiración y armonía a mi alrededor, y cuya sola presencia me alentó a terminar con mas ánimos mis estudios.

A mis padres cuyo ejemplo y apoyo ha sido un pilar de gran importancia en mi vida y en cada uno de los momentos que he de pasar.



## AGRADECIMIENTOS

A Dios que me permitió realizar este proyecto y del cual aprendí muchas cosas para mi vida profesional y del cual no solo obtuve conocimientos sino también a mi familia.

A mi esposa Sonia y a mi hija Karen Valentina ya que ellas son las que día a día me motivan a ser un mejor hombre y seguir esforzándome en cada momento.

A mis padres y a mi hermana Denisse que siempre están inculcándome la superación personal y apoyándome en cualquier cosa que necesite así como enseñándome a cada instante con el ejemplo a seguir adelante y nunca conformarme con lo tengo.

A mi tío Arturo que sin duda siempre creyó en mi y fue una fuente de motivación diaria a seguir adelante.

A mi tutor Dr. Javier Ventura Juárez y a mi cotutor Dr. Luis Manuel Bustos Arango por su apoyo, ayuda y comprensión constante el cual sin duda me llevaron a concluir mi trabajo de tesis.

A la Bióloga Araceli Adabache Ortiz, por su paciencia y ayuda en la preparación de este trabajo.

A todos los profesores de la maestría, que me transmitieron no solo sus conocimientos sino sus valores y actitudes.

Agradezco a mis compañeros de maestría Ángel, Claudia, Carlos, Marielena por sus enseñanzas y comprensión en los buenos y malos momentos y por la amistad que ellos me brindaron.

A mis amigos Paco y Sixto, que siempre estuvieron a mi lado y que sin ellos nunca hubiera sido una experiencia académica y sobretodo de vida los momentos que juntos pasamos y que de igual manera siempre nos ayudamos y comprendimos, de igual manera agradezco a sus familias el abrir sus puertas y su amistad a cada uno de nosotros.

Al Dr. Virgilio Escalante Silva que fue la persona que me hizo saber de este programa y que me hizo creer y luchar por mi sueño, ser Morfólogo.

## INDICE

Pág.

1.	ESMALTE DENTAL	6
1.2	CARACTERISTICAS FISICAS DEL ESMALTE	7
1.3	ESTRUCTURA DEL ESMALTE	8
1.4	INTERRELACIONES DE LAS VARILLAS	11
2.	JUSTIFICACIÓN	15
3.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4.	HIPÓTESIS	16
5.	OBJETIVO GENERAL	16
6.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
7.	MATERIAL Y METODOS	17
7.1	LUGAR DE REALIZACIÓN	17
7.2	TIPO DE ESTUDIO	17
7.3	MUESTRA	17
7.4	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	17
7.5	CRITERIOS DE EXCLUSION	17
7.6	DEFINICIÓN DE VARIABLES	18
7.7	PLAN DE TRABAJO	19
8.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	19
9.	CALCULO DE TAMAÑO DE MUESTRA	19
10.	RESULTADOS	20
11.	DISCUSION	28
12.	CONCLUSION	30
13.	BIBLIOGRAFIA	31
14.	ANEXO	34

**ESMALTE DENTAL**

El esmalte es el tejido más altamente mineralizado que se conoce, consta de un 96% de mineral, más un 4% de material orgánico y agua<sup>1-3</sup>.

El contenido inorgánico del esmalte es un fosfato de calcio cristalino conocido como hidroxiapatita, que también se encuentra en el hueso, el cartílago calcificado, la dentina y el cemento. Varios iones, tales como el estroncio, el magnesio, el plomo y el flúor, si se hallan presentes durante la formación del esmalte, pueden ser incorporados dentro de él, o absorbidos por los cristales de hidroxiapatita. La susceptibilidad de estos cristales a su disolución por ácidos, provee la base química de la lesión que constituye la caries dental<sup>2-5-7</sup>.

Aunque casi todo el volumen del esmalte se halla ocupado por cristales de hidroxiapatita densamente empaquetados, hay una red delicada de material orgánico que se ubica entre los cristales.<sup>2-5,14-24</sup>

La composición química de los tejidos dentarios duros según Orban es la siguiente:

	<b>Esmalte</b>	<b>Dentina</b>	<b>Cemento</b>
<b>Agua</b>	2,3%	13,5%	32,0%
<b>Materia orgánica</b>	1,7%	17,5%	22,0%
<b>Cenizas</b>	96,0%	69,0%	46,0%

En cuanto a la composición de la ceniza, es tal que en 100g de la misma se encuentran:

	<b>Esmalte</b>	<b>Dentina</b>	<b>Cemento</b>
	<b>Gramos (%)</b>		
<b>Calcio</b>	36,1	35,3	35,5
<b>Fósforo</b>	17,3	17,1	17,1
<b>Oxido de carbono</b>	3,0	4,0	4,4
<b>Magnesio</b>	0.5	1,2	0,9
<b>Sodio</b>	0,2	0,2	1,1
<b>Potasio</b>	0.3	0.03	0,1
<b>Fluór</b>	0,016	0,017	0,015
<b>Azufre</b>	0,1	0,2	0,6
<b>Cobre</b>	0,01	No hay	No hay
<b>Zinc</b>	0,016	0,018	No hay
<b>Sílice</b>	0,003	No hay	0,04

Además aparecen mínimas cantidades de plata, estroncio, bario, cromo, manganeso, vanadio, aluminio, litio, selenio, etc.<sup>6,14,24</sup>

### **CARACTERISTICAS FISICAS DEL ESMALTE**

Debido a su alto contenido mineral, el esmalte es bastante duro, una propiedad que permite soportar las fuerzas mecánicas aplicadas durante su funcionamiento. Esta dureza, que es comparable a la del acero liviano, también que el esmalte sea frágil; se necesita una capa subyacente de dentina, más elástica, para mantener su integridad. Si se destruye esta capa de apoyo de

dentina por caries o por mala preparación de una cavidad, el esmalte sin soporte se fractura fácilmente.

El esmalte es transparente, y varía su color de amarillo claro a blanco grisáceo, Varía de espesor desde un máximo de aproximadamente 2,5 mm en superficies en trabajo activo. Al grosor del borde de una pluma a nivel del borde cervical. Esta variación de espesor influye en el color del esmalte, a medida que la dentina amarilla subyacente se empieza a ver a través de las regiones más delgadas. <sup>3, 9,14-16,23</sup>

### **ESTRUCTURA DEL ESMALTE**

Debido a su naturaleza cristalina, el esmalte es extremadamente difícil de estudiar. Cuando se examinan cortes convencionales desmineralizados, solo se puede ver un espacio vacío entre zonas previamente ocupadas por el esmalte, por que el mineral se ha disuelto y el material orgánico se ha extraído en el lavado. Sin embargo, debido a su mayor contenido inorgánico, los cortes descalcificados del esmalte humano en desarrollo retienen a menudo suficiente material orgánico como para revelar algún detalle de su estructura. <sup>6-10-19-22</sup>

Como el esmalte es retenido en cortes preparados por desgaste, se lo puede estudiar con el microscopio óptico por medio de luz transmitida. Tales cortes muestran que la estructura básica del esmalte es un prisma o varilla. Sin embargo, la naturaleza cristalina del esmalte da por resultado una interferencia óptica cuando la luz pasa a través del corte, lo que a su vez da origen a una mala interpretación de la imagen final.





(A)



(B)

Figuras A y B. Microscopio óptico (A), microscopio electrónico de Barrido (B).

El uso del microscopio electrónico también posee algunas limitantes, puesto que solo pequeñas zonas de esmalte pueden ser estudiadas por vez. Debido a estos factores las primeras descripciones del esmalte describieron a su unidad básica como hexagonal y con aspecto de prisma. Como resultado, el término prisma, bastón o varilla del esmalte se usa con frecuencia.

La microscopia electrónica de barrido lo muestra como una serie de surcos que aumentan la superficie y probablemente también la adhesión entre el esmalte y la dentina. Antes de que se verifique la formación del esmalte, algunos odontoblastos recién formados junto con sus prolongaciones empujan los ameloblastos adyacentes a los cuales, cuando comienza la formación del esmalte, quedan atrapados para formar los husos adamantinos. Estas estructuras no siguen la dirección de las varillas del esmalte.<sup>10-12</sup>

La superficie externa del esmalte se caracteriza por varias formaciones. Las estrías de Retzius se extienden a menudo desde el límite amelodentinario hasta la superficie externa del esmalte, donde las estrías encuentran la superficie y forman valles poco profundos conocidos como perlas. Las periquimatas corren linealmente en un plano horizontal en la superficie coronaria. Además, las laminillas o fracturas del esmalte aparecen como líneas

TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

melladas en varias regiones de la superficie dentaria. El microscopio electrónico muestra que la estructura superficial del esmalte varía con la edad.

Otro problema que se encuentra al estudiar la estructura del esmalte es que el elemento estructural básico del esmalte es una varilla groseramente cilíndrica. Cuando se corta esa varilla en ángulos diferentes respecto de su eje longitudinal, las secciones cortadas oblicuamente entre 30 y 90 grados se interpretan fácilmente como reales cortes transversales, haciendo muy difícil la estimación de la dirección del bastón en cualquier corte microscópico.<sup>19</sup>

El esmalte es esencialmente una masa muy empaquetada de cristales de apatita, y la mayor parte de sus características estructurales son el resultado de un patrón altamente organizado de orientación cristalina. La varilla del esmalte, de forma cilíndrica esta compuesta por cristales que poseen sus ejes mayores dispuestos paralelos a su eje longitudinal. Hay cristales más distantes del eje central, que se inclinan lateralmente a grado sumo a medida que se aproximan al límite de las varillas.

La relación entre los cristales dentro de una varilla en particular, y en la región “intervarillar” es de interés especial. Los cristales siguen un patrón concluyente desde el eje central de la varilla. Continuando con su inclinación lateral hasta que se ubican perpendicularmente respecto de la varilla en la región ínter varillar (o ínter prismática) asociada. El aspecto al corte transversal de estos dos componentes se describe como una varilla de forma cilíndrica que guarda especial relación con la región intervarillar que se ubica cervicalmente respecto de ella.

Las vainas de las varillas se forman a lo largo de la interfase existente entre grupos de cristales que presentan angulaciones marcadamente diferentes. No

rodean completamente una varilla debido a la orientación confluyente de los cristales de las varillas con aquellos cristales ubicados en la región intervarillar ubicada cervicalmente. Estas vainas contienen más proteína del esmalte que otras regiones debido a la interfase creada entre los cristales que se enfrentan en ángulos diferentes. La vaina de la varilla se ve bien sólo en los tres cuartos de cada una de ellas, donde los cristales de la varilla junto con los cristales de la región ínter varillar adyacente se encuentran formando ángulos agudos. Esta unión irregular da cuenta del aspecto en escamas de pescado del esmalte que se ve en cortes de esmalte desmineralizado en desarrollo o en cortes por desgaste y grabados. <sup>19-25.</sup>

### **INTERRELACIONES DE LAS VARILLAS**

El examen de cortes por desgaste no da una indicación adecuada de las interrelaciones de las varillas y de la relación de ellas. Cada varilla tiene un trayecto ondulante y por lo tanto, cualquier corte contiene solo pequeños y cortos segmentos de varillas. Cuando este factor se combina con el problema de estimar si se ha hecho un corte verdaderamente transversal, se puede apreciar la dificultad de ver el real trayecto de las varilla en los cortes.

Las varillas tienden a mantenerse en hileras dispuestas circunferencialmente alrededor del eje mayor del diente. Las varillas de cada hilera corren en una dirección generalmente perpendicular a la superficie del diente, con una ligera inclinación hacia la cúspide a medida que se dirigen hacia la superficie externa. Cerca del extremo cuspídeo las hileras tienen un radio pequeño y las varillas corren en dirección más vertical. En el esmalte cervical, las hileras de varillas corren principalmente en dirección horizontal; sólo unas pequeñas hileras se inclinan apicalmente. Esta disposición se muestra habitualmente como

representando la dirección de las varillas, pero en realidad indica la posición de las hileras de varillas. La disposición de las hileras de varillas posee importancia clínica porque el esmalte se fractura entre hileras adyacentes.

Superpuesta a esta disposición de las hileras, se hallan otros dos patrones que complican la estructura del esmalte. Primero, cada varilla, a medida que corre hacia la superficie, tiene un transcurso ondulante doblándose a la derecha y a la izquierda en el plano transversal del diente y arriba y abajo en el plano vertical. Aunque las varillas en una hilera corren en direcciones similares, hay un cambio de dirección de alrededor de 2 grados entre hileras sucesivas de varillas. Estas interrelaciones complejas producen algunas de las características estructurales que se ven en el esmalte y también dificultan la interpretación de la estructura adamantina.

Por sobre las cúspides de los dientes, las varillas aparecen como entrelazándose en una disposición aparentemente compleja conocida como esmalte nudoso. Se recordará que las varillas se disponen en anillos groseramente concéntricos alrededor del eje longitudinal del diente. Dentro de cada anillo las varillas se disponen como ondulando hacia atrás y hacia adelante. En las varillas de dirección vertical esta ondulación alrededor de un anillo de circunferencia pequeña, como los de las cúspides y bordes incisales, explica fácilmente el esmalte nudoso.

El esmalte es un tejido no vital y es incapaz de reemplazo. Con la edad, el tejido se gasta progresivamente en regiones donde existe la atrición masticatoria. Las facetas de desgaste se hacen más pronunciadas en las personas ancianas y en algunos casos hay porciones sustanciales de la corona (tanto de esmalte como de dentina) que se erosionan. Otros cambios que

ocurren en el esmalte con la edad son cambios de color, cambios en la permeabilidad y cambios en la naturaleza de su capa superficial. Unida a estos cambios hay una reducción aparente en la incidencia de caries.

El color de los dientes se hace más oscuro con la edad. Si esto es causado por un cambio en la estructura del esmalte es un tema aún sujeto a discusión. Mientras que este oscurecimiento podría deberse al agregado en el esmalte de material orgánico proveniente del medio, también podría lograrse por una intensificación en el color de la dentina, que se ve a través del esmalte translúcido y adelgazado.

No hay dudas de que el esmalte se hace menos permeable con la edad. El esmalte joven se comporta como una membrana semipermeable, permitiendo el lento pasaje de agua y sustancias de pequeño tamaño molecular a través de los poros que existen entre los cristales. Con la edad, los poros disminuyen, y los cristales adquieren más iones y aumentan de tamaño. Debido a que la mayor parte del agua se ubica en los poros, se colige que el contenido acuoso del esmalte también disminuye con la edad.

La capa superficial del esmalte dicta obviamente la mayoría de los cambios que ocurren dentro de las profundidades del esmalte. Con la edad, la composición de la capa superficial cambia a medida que se verifica el intercambio iónico con el medio bucal. En particular, un aumento progresivo del contenido de flúor del esmalte superficial, que hará su efecto en la capa superficial, puede lograrse mediante su aplicación tópica.

Es una observación clínica común que con la edad hay una disminución progresiva de la incidencia de caries, lo que puede sugerir un cambio dentro del esmalte que le otorga mayor resistencia a esta enfermedad. Sin embargo,

muchas superficies susceptibles ya han sido deterioradas por las caries. Las fisuras también se han gastado, eliminando otra superficie susceptible. Los adultos comen generalmente menos hidratos de carbono refinados. Estos factores, junto a cualquier contenido aumentado de flúor del esmalte, pueden explicar la incidencia disminuida de las caries con la edad. <sup>10-14-19-22</sup>



## **JUSTIFICACIÓN**

En la literatura existen reportes sobre la composición del esmalte dental, sin embargo, no se presentan datos sobre la concentración mineral en el espesor del esmalte dental.

Estudios previos muestran datos acerca de la composición mineral del esmalte dental, pero no se encuentran registros acerca de su localización en las diferentes zonas y profundidades del espesor del esmalte dental.

En este trabajo nos propusimos establecer la composición química in situ de los órganos dentarios humanos.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

¿Cuáles son las concentraciones de los minerales in situ en el espesor del esmalte dental?

## **HIPÓTESIS**

Existen diferentes concentraciones de los minerales que constituyen el esmalte dental, distribuidas en las distintas zonas de su espesor.

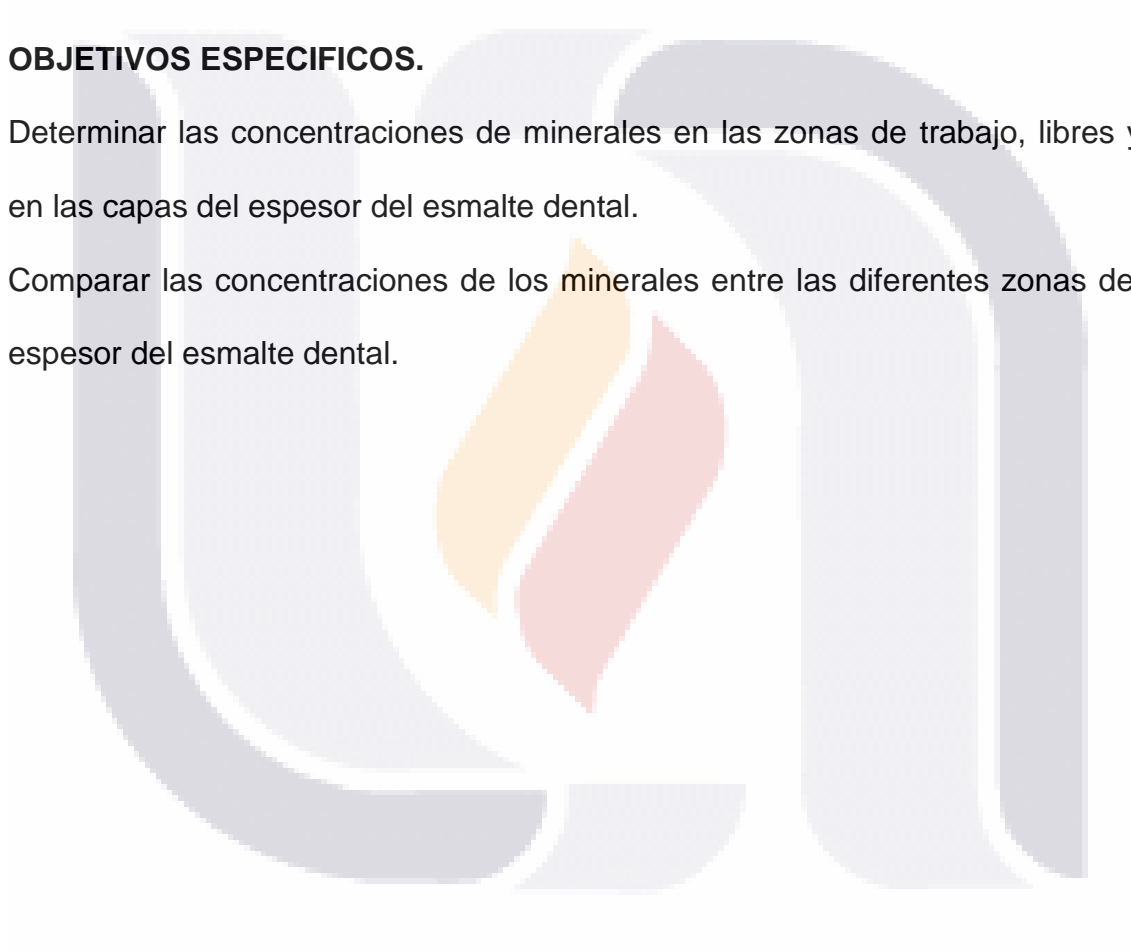
## **OBJETIVO GENERAL**

Determinar las concentraciones de minerales en el espesor del esmalte dental.

## **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

Determinar las concentraciones de minerales en las zonas de trabajo, libres y en las capas del espesor del esmalte dental.

Comparar las concentraciones de los minerales entre las diferentes zonas del espesor del esmalte dental.





TESIS TESIS TESIS TESIS TESIS

## MATERIAL Y METODOS.

### LUGAR DE REALIZACIÓN:

Laboratorios de Morfología y de Microscopía Electrónica de Barrido,  
Departamento de Biología, de la Universidad Autónoma de Aguascalientes.

### TIPO DE ESTUDIO:

Descriptivo

### MUESTRA:

Dientes premolares.

### CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

Dientes premolares superiores extraídos y conservados en solución de formol al 10%.

Cualquier género.

Órganos dentarios extraídos de individuos con edades que oscilen entre los 10 y 15 años de edad.

### CRITERIOS DE EXCLUSION:

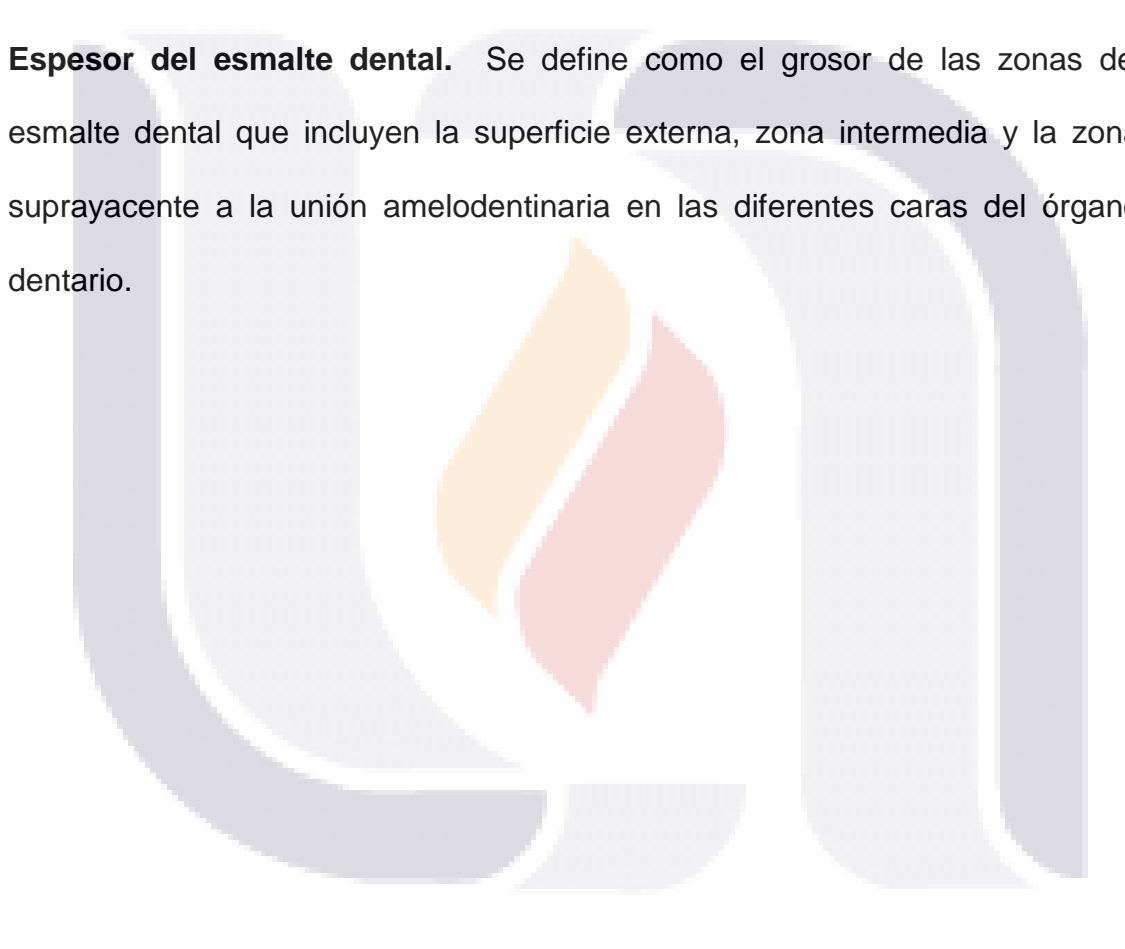
Dientes con caries.

Dientes con fractura de corona anatómica

## DEFINICIÓN DE VARIABLES:

**Contenido inorgánico en el espesor del esmalte dental.** Variable continúa de proporción. Se define como la concentración de elementos minerales que se localizan desde la superficie externa del esmalte dental a la unión amelodentinaria.

**Espesor del esmalte dental.** Se define como el grosor de las zonas del esmalte dental que incluyen la superficie externa, zona intermedia y la zona suprayacente a la unión amelodentinaria en las diferentes caras del órgano dentario.



## PLAN DE TRABAJO:

- 1.- Se recolectaron los órganos dentarios que reunieron los criterios de inclusión.
- 2.-Se realizó el desgaste del órgano dentario.
- 3.-Se analizó al microscopio electrónico de barrido. (ANEXO 1).
- 4.- Análisis de datos.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Se realizó el análisis estadístico mediante el paquete de aplicación R versión 1.91 de Cran.

El tamaño de muestra se hizo para 30 órganos dentarios con objeto de poder calcular los valores de las percentiles de concentración de minerales 5, 25, 50, 75, y 95. Además, se calculó la media aritmética, la desviación estándar y el error del promedio.

Los valores que obtenidos se representaron en histograma y se hizo análisis de ajuste a curva normal.

## CALCULO DE TAMAÑO DE MUESTRA.

$$n = \frac{1.962 p^2 q^2}{\delta^2}$$

Por lo que se obtuvo una n de 10 órganos dentarios a analizar<sup>23</sup>.

Se analizaron 10 premolares superiores para la obtención de la concentración mineral en el espesor del esmalte dental *in situ*.

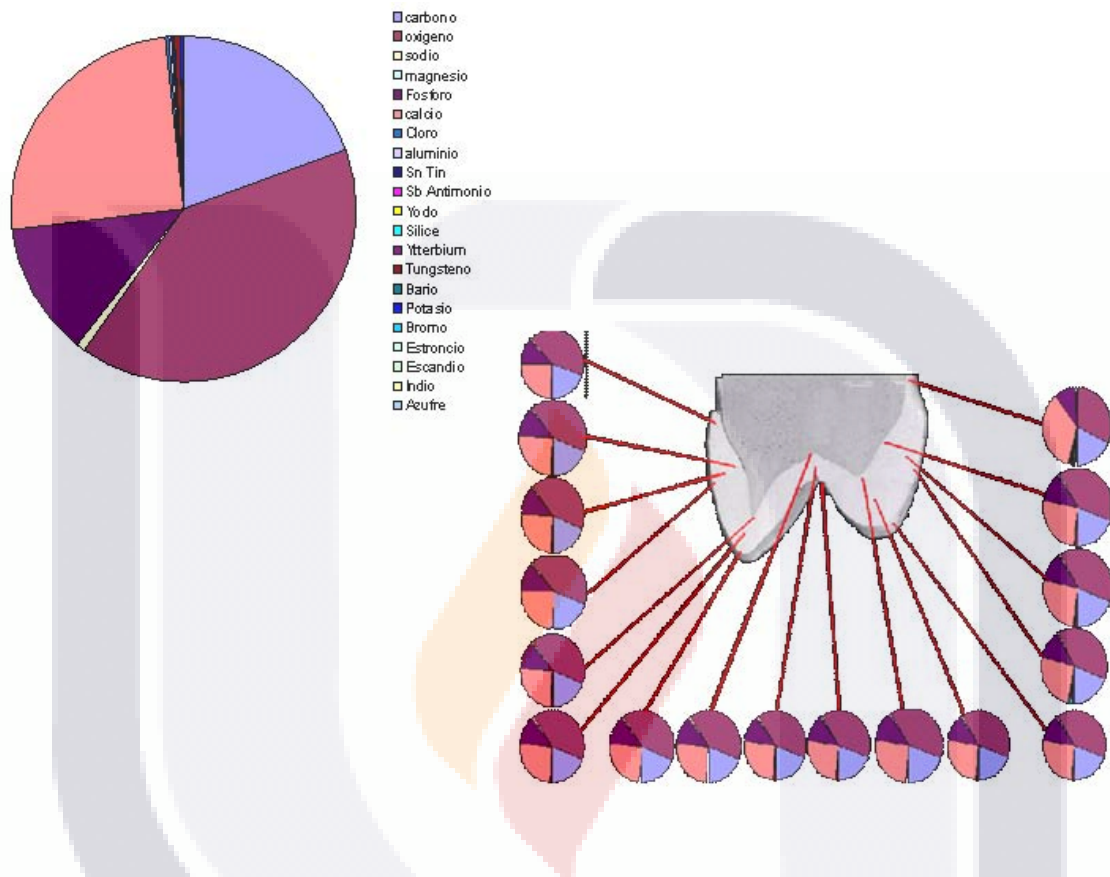
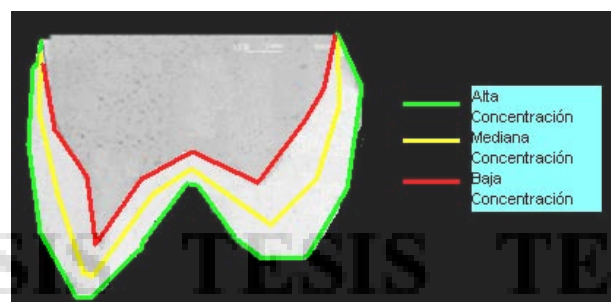


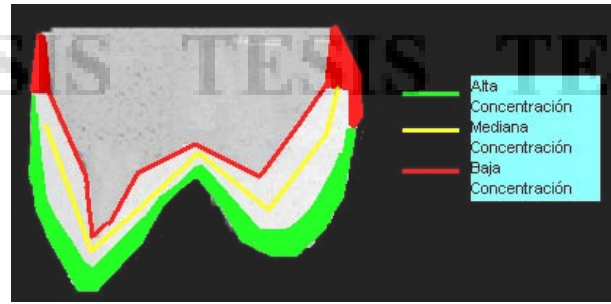
Figura 1. Distribución mineral de cada uno de los elementos en el espesor del esmalte dental.

Se analizaron los minerales en cada uno de los puntos de las 10 muestras, las características que mostraron son las siguientes:

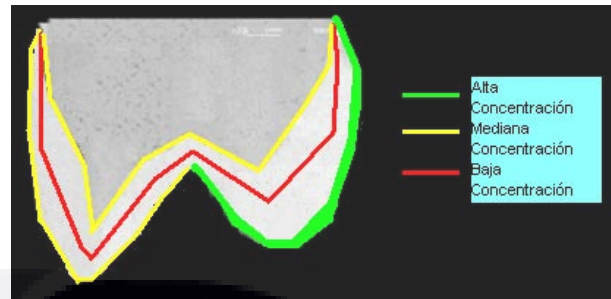
- **Oxígeno: 39.96%**



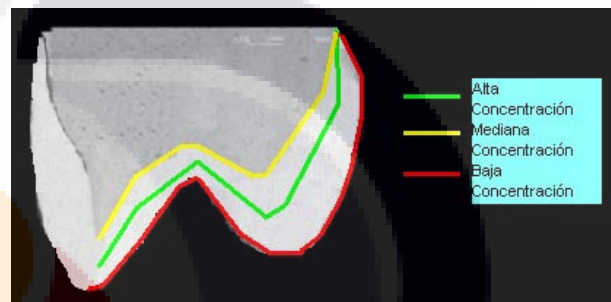
■ **Calcio: 26.16%**



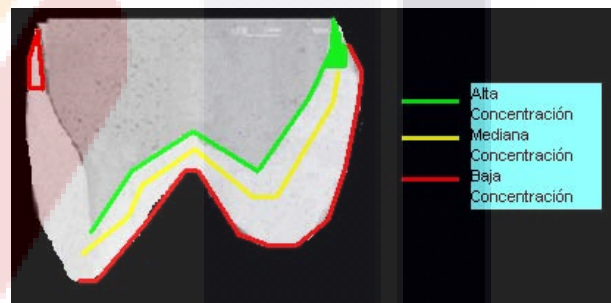
■ **Carbono: 19.27%**



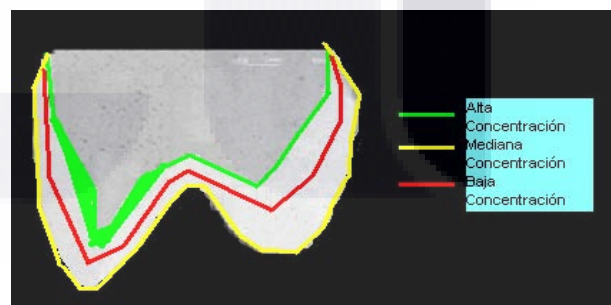
■ **Fósforo: 12.38%**



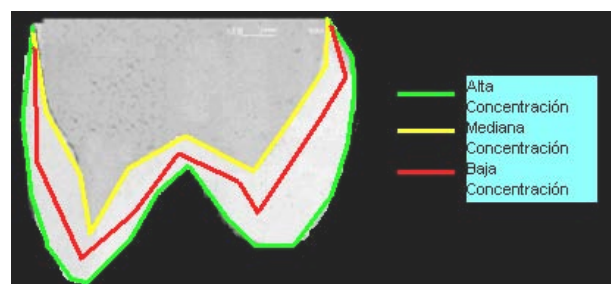
■ **Sodio: 0.7%**



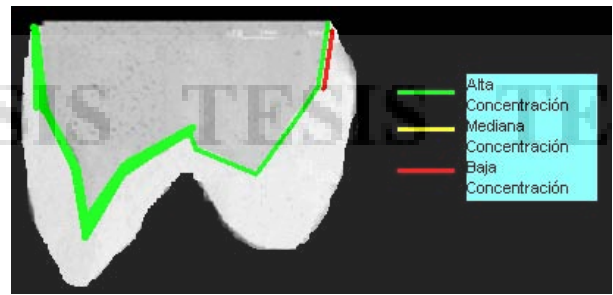
■ **Magnesio: 0.21%**



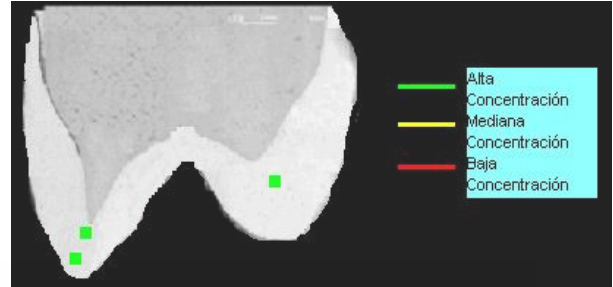
■ **Cloro: 0.35%**



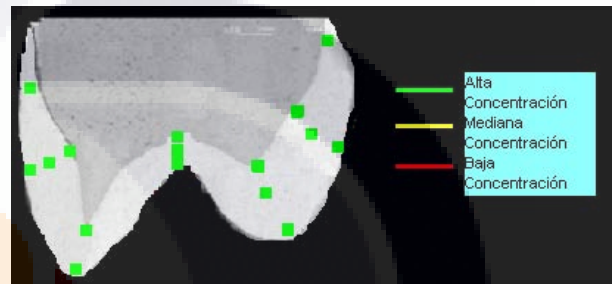
■ Tungsteno: 0.5%



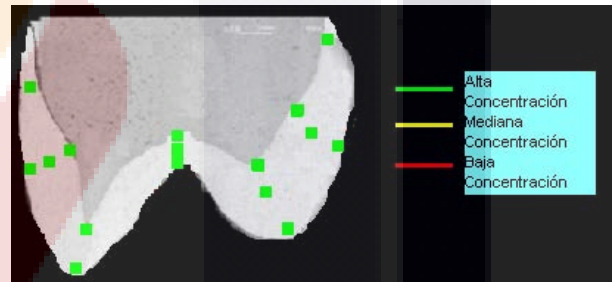
■ Sb Antimonio: 0.05%



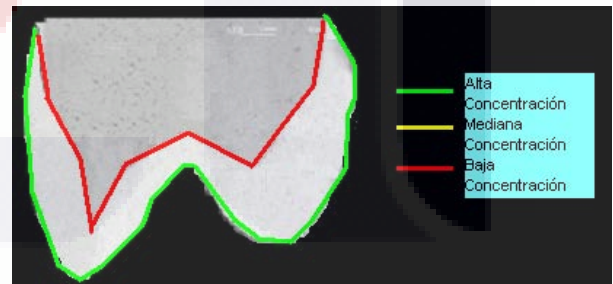
■ Sn Tin: 0.19%



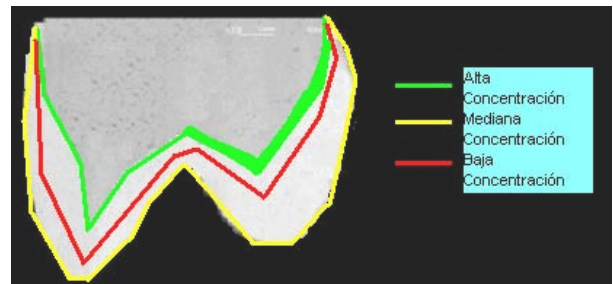
■ Potasio: 0.09%



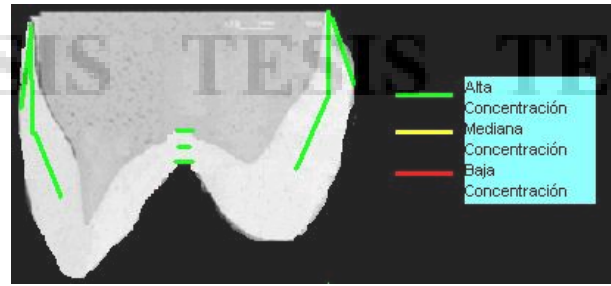
■ Aluminio: 0.1%



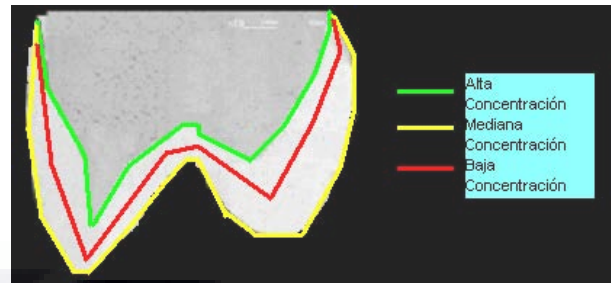
■ Yodo: 0.04%



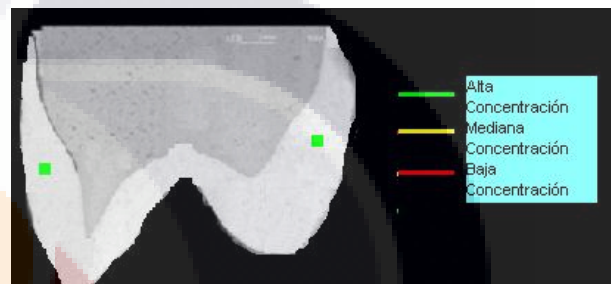
■ **Sílice: 0.06%**



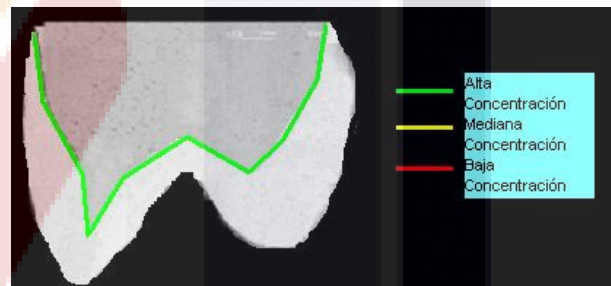
■ **Ytterbium: 0.04%**



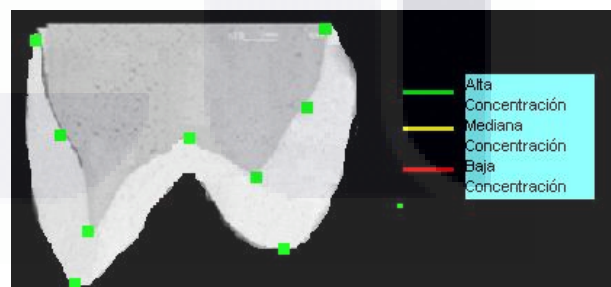
■ **Bario: 0.08%**



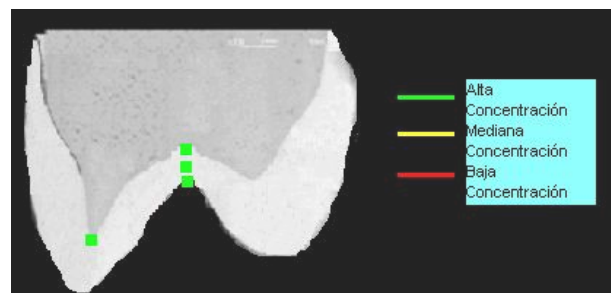
■ **Bromo: 0.01%**



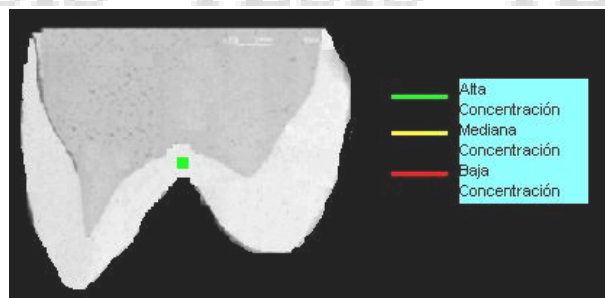
■ **Estroncio: 0.09%**



■ **Escandio: 0.009%**



■ **Indio: 0.002%**



■ **Azufre: 0.001%**

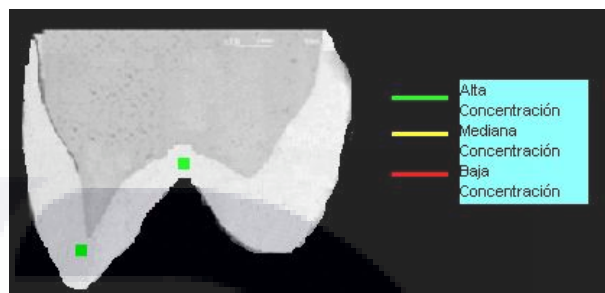
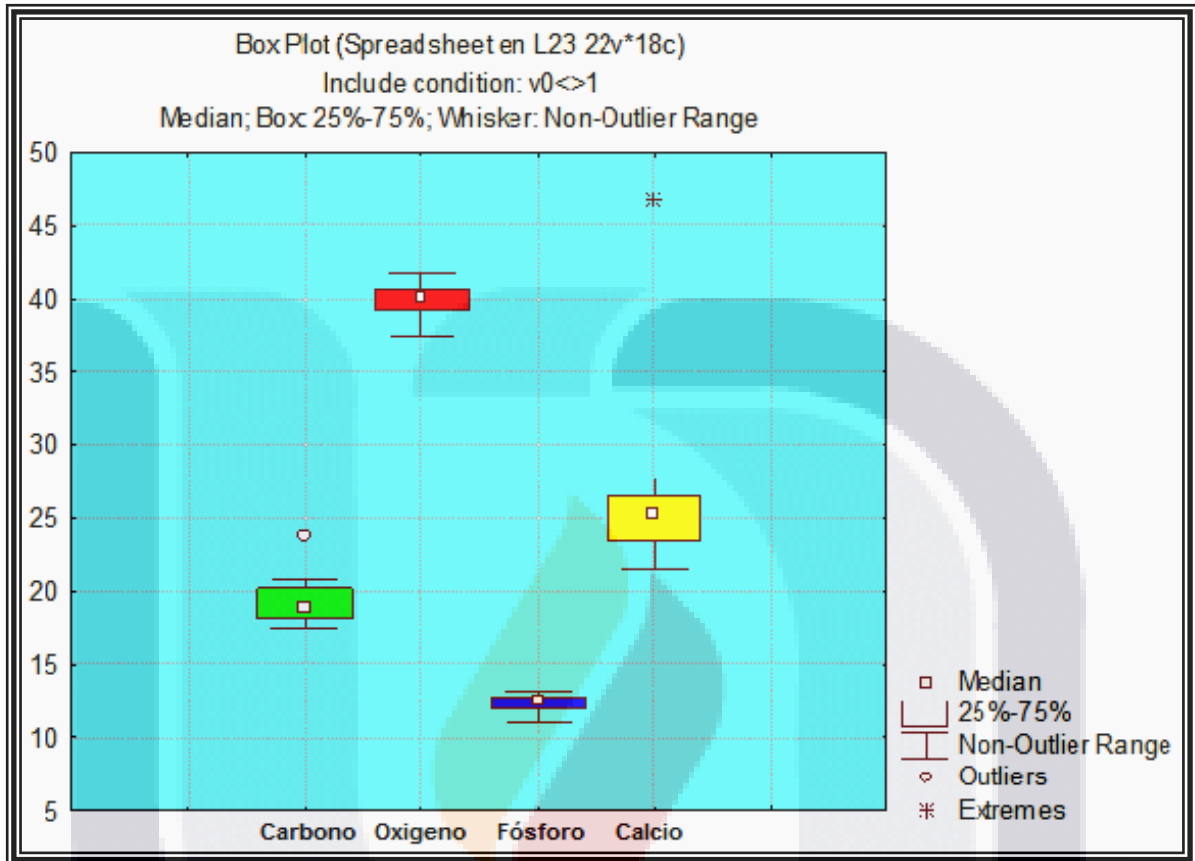




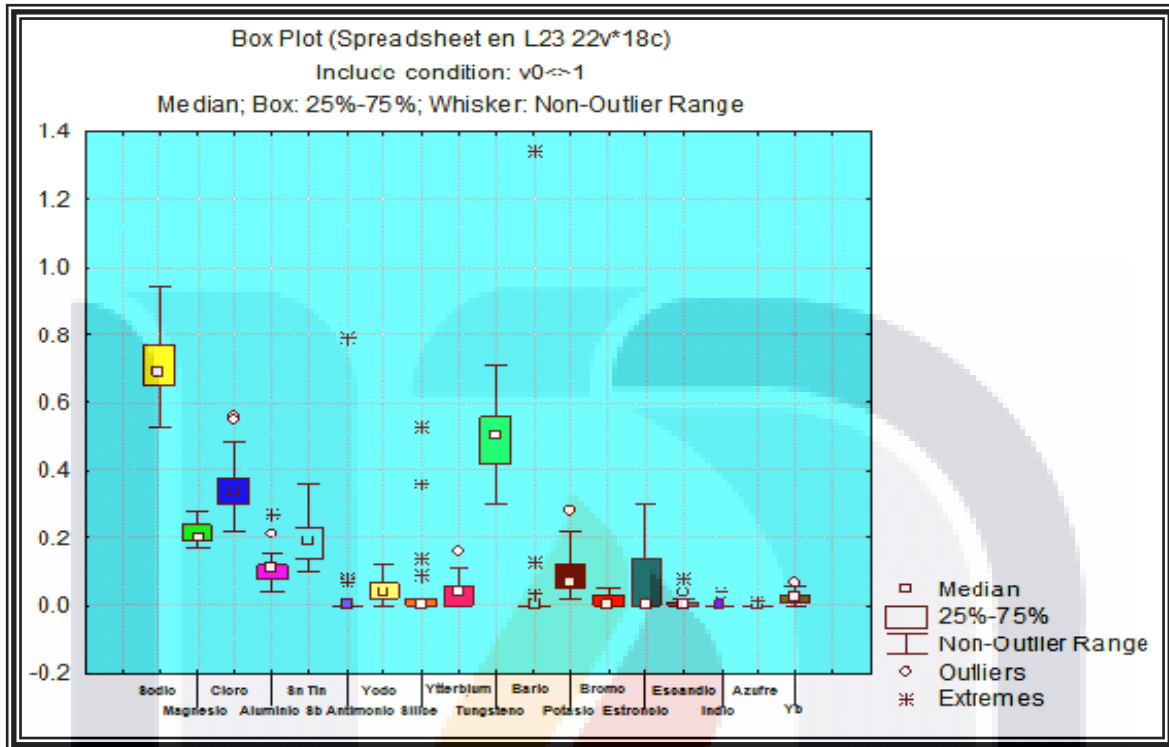
Tabla 1. Media aritmética, valor mínimo y valor máximo de los elementos presentes en el espesor del esmalte dental.

Elementos	MEDIA	MINIMO	MAXIMO	DESVEST	ERROR
<b>Oxigeno *</b>	39,96765	37,41000	41,74000	1,152825	0,279601
<b>Calcio **</b>	26,16294	21,43000	46,73000	5,600778	1,358388
<b>Carbono ***</b>	19,27647	17,44000	23,81000	1,552268	0,376480
<b>Fósforo ****</b>	12,38588	10,97000	13,20000	0,627326	0,152149
<b>Sodio</b>	0,70235	0,53000	0,94000	0,110087	0,026700
<b>Magnesio</b>	0,21471	0,17000	0,28000	0,032039	0,007770
<b>Cloro</b>	0,35765	0,22000	0,56000	0,101398	0,024593
<b>Aluminio</b>	0,10953	0,04000	0,27000	0,059193	0,014356
<b>Sn Tin</b>	0,19882	0,10000	0,36000	0,079048	0,019172
<b>Tungsteno</b>	0,50882	0,30000	0,71000	0,116934	0,028361
<b>Sb Antimonio</b>	0,05529	0,00000	0,79000	0,190955	0,046313
<b>Yodo</b>	0,04647	0,00000	0,12000	0,036390	0,008826
<b>Sílice</b>	0,06882	0,00000	0,53000	0,149661	0,036298
<b>Ytterbium</b>	0,04529	0,00000	0,16000	0,043174	0,010471
<b>Bario</b>	0,08824	0,00000	1,34000	0,324138	0,078615
<b>Potasio</b>	0,09824	0,02000	0,28000	0,073929	0,017930
<b>Bromo</b>	0,01118	0,00000	0,05000	0,016539	0,004011
<b>Estroncio</b>	0,09000	0,00000	0,30000	0,110793	0,026871
<b>Escandio</b>	0,00941	0,00000	0,08000	0,021057	0,005107
<b>Indio</b>	0,00235	0,00000	0,04000	0,009701	0,002353
<b>Azufre</b>	0,00118	0,00000	0,01000	0,003321	0,000805

Grafica 1. Representación mineral de minerales con concentraciones mayores a 10 %.



Grafica 2. Representación mineral de minerales con concentraciones mayores a 10 %.



## DISCUSIÓN

El esmalte dental humano presenta un contenido mineral de 87 a 95 % de hidroxiapatita <sup>3-5</sup>.

La composición de esmalte dental pulverizado es la siguiente: Agua (2.3%), materia orgánica (1.7%), ceniza (96%) <sup>1</sup>.

Los resultados de nuestro estudio muestran 90-95 % de contenido inorgánico distribuido en los elementos oxígeno, calcio, carbono y fósforo. <sup>3</sup>

La composición de la ceniza presenta los siguientes minerales: Calcio, Fósforo, Oxido de Carbono, Magnesio, Sodio, Potasio, flúor, Azufre, Cobre, Zinc, Sílice y en pequeñas cantidades Plata, Estroncio, Vanadio, Bario, Cromo, Manganeso, Aluminio, Litio y Selenio <sup>7</sup>.

Nosotros observamos 22 minerales, con valores diferentes a los citados por Orban (1965), mostrando concentraciones menores.

Nuestros resultados concuerdan con solo 11 de los 20 elementos del autor antes citado, probablemente debido a una mayor muestra, y la obtención de la muestra por medio de desgaste y no por esmalte pulverizado o tal vez debido a la situación geográfica de donde se obtuvieron las muestras y por lo tanto se pueden observar diferencias entre hombres de distintas regiones.

En relación al flúor, nosotros no lo pudimos detectar quizá al tamaño de la muestra, el origen de las piezas dentarias y la edad de los individuos estudiados, a la región geográfica, etc. Nuestra aportación al conocimiento de la composición mineral de los dientes es que el flúor es un elemento que puede estar ausente, probablemente esta diferencia en dicha composición se deba a factores ambientales.

En los resultados de nuestra investigación se pudieron observar diferentes patrones de distribución mineral en el espesor del esmalte dental, debido a la técnica de EDS empleada con el Microscopio Electrónico de Barrido.<sup>12</sup>

Durante gran parte de la mineralización del órgano dentario, la superficie interna del esmalte puede tener un alto contenido de mineral en su profundidad.

Nuestro estudio muestra que existen elementos que decrecen en su concentración desde la superficie externa hasta el límite amelodentinario.

La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea, que esta en relación directa con el grado de mineralización, basándose en que el esmalte es anisotrópo.<sup>24</sup>

Nuestro estudio muestra como las concentraciones de hidroxiapatita se concentran en mayor proporción en superficies de trabajo, así como en la superficie externa del esmalte dental.

Se observó que los elementos tienen diferentes tipos de distribución.

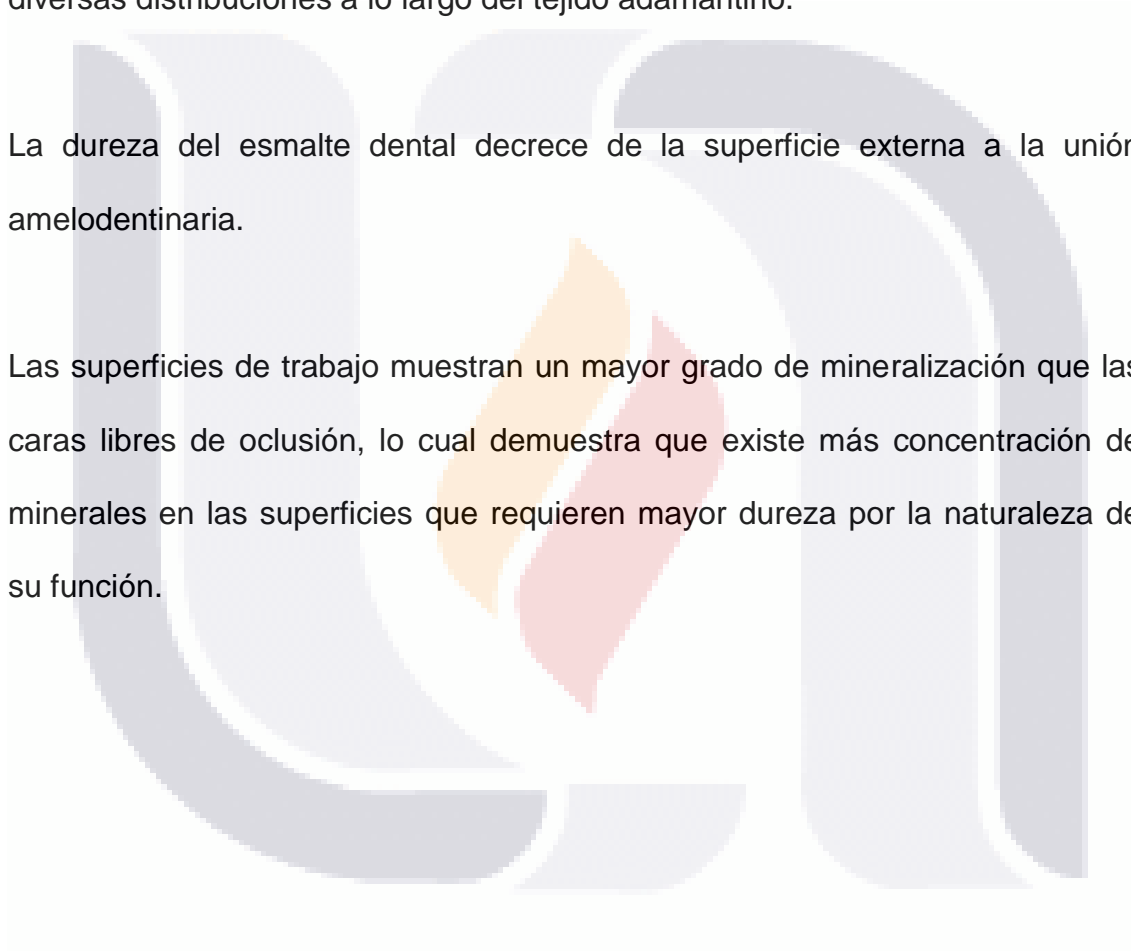
## CONCLUSIONES

La técnica de EDS resulta una herramienta eficaz para la detección de concentración mineral en el espesor del esmalte dental así como para realizar las comparaciones entre ellos acerca de su distribución.

Se detectaron diferentes minerales en el espesor del esmalte dental así como diversas distribuciones a lo largo del tejido adamantino.

La dureza del esmalte dental decrece de la superficie externa a la unión amelodentinaria.

Las superficies de trabajo muestran un mayor grado de mineralización que las caras libres de oclusión, lo cual demuestra que existe más concentración de minerales en las superficies que requieren mayor dureza por la naturaleza de su función.



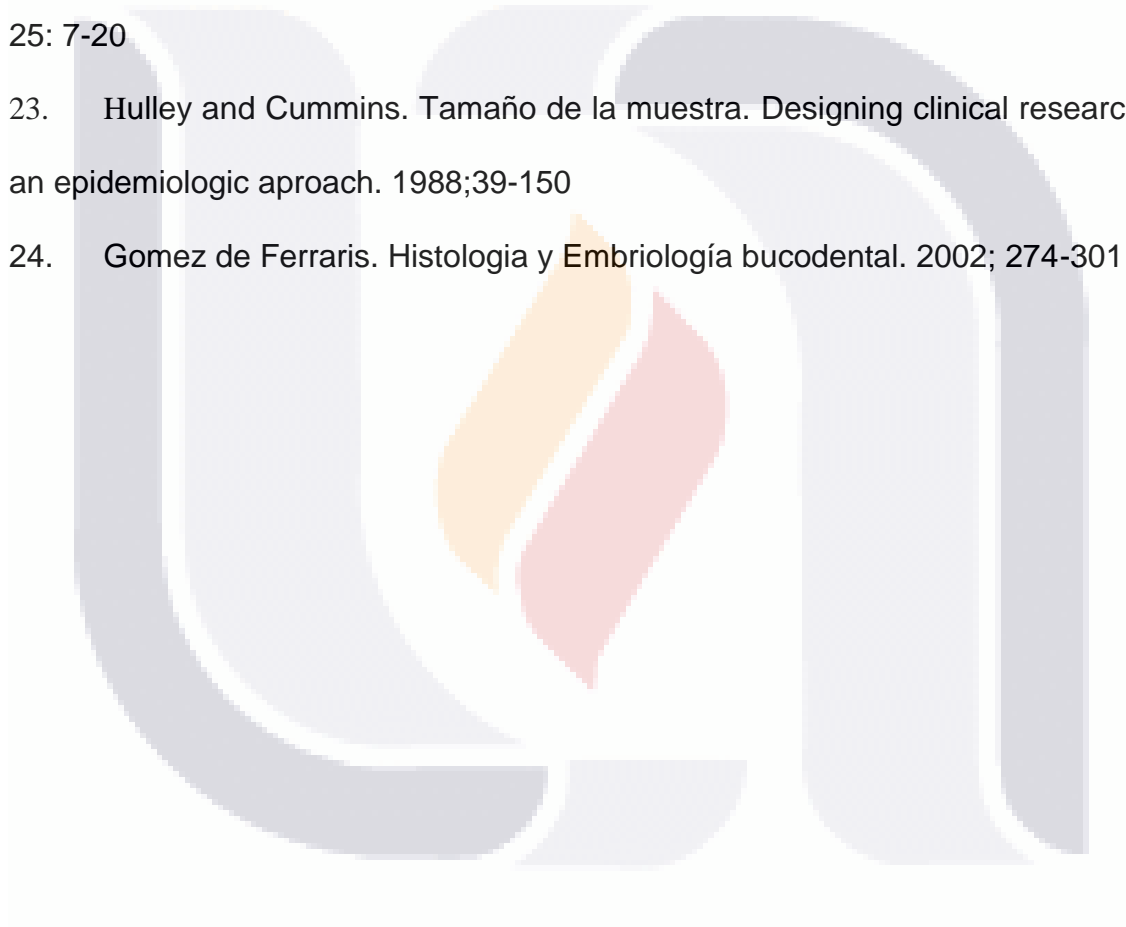
## BIBLIOGRAFIA

1. Jacobsen T & Soderhold K. Some effects of water on dentin bonding. *Dental Materials*. 1995;11(2):132–136.
2. Silverstone LM, Poole DF. Modification of the histological appearance of enamel caries after exposure to saliva and a calcifying fluid. *Caries Res* 1968;2:87-96.
3. Wen SL. Human enamel structure studied by high resolution electron microscopy. *J Electron Microscop Rev* 1989;2(1):1-16.
4. Kotsanos N, Darling AI. Influence of post-eruptive age of enamel on its susceptibility to artificial caries. *Caries Res* 1991; 25:241-250.
5. Carlos JP, Gittelsohn AM. Longitudinal studies of the natural history of caries. II. A life-table study of caries incidence in the permanent teeth. *Arch Oral Biol* 1965a; 10:739-751.
6. Aprile H., Figun ME., Garino RR. Anatomía Odontológica orocervicofacial; Ateneo,1962; 326.
7. Bartlett JD, M Simmer JP (1999) Proteinases in developing dental enamel. *Crit. Rev. oral Biol. Med.* 10: 425-441
8. Bleiche F, Couble ML, Farges JC, Couble P, Magloire H (1999) Sequential expression of matrix protein genes in developing rat teeth. *Matrix biology* 18: 133-143
9. Bodier-Houlle P, Stuer P, Meyer JM, Bigerard L, Cuisinier FJ (200) High-Resolution electron ion microscopical study of the relationship between human enamel and dentin crystals at the dentino-enamel junction. *Cell tissue res.* 301: 389-395.

10. Boide A (1989) enamel. En: handbook of microscopic anatomic. Belin. Oksche a, Volrath (Eds. Springer-Verlag. Pp. 309-473
11. Brookes SJ, Kirkham J, Shore RC, Wood SR, Slaby I, Robinson C (2001) amelogenin extracellular processing and aggregation during rat incisor amelogenesis. Arch. Oral Biol. 46: 201-208
12. Kanizares FJ, Peso LJ, Sanchez-quebedo MC, Campos A (1987) microscopia electronica de barrido de la lesion cariosa incipiente del esmalte dental Hist. Med. III: 73-78
13. Dembesten, Tharini (1992) biological mechanism of fluorosis and level and timing of systemic exposure to fluoride with respect to fluorosis. J. Dent. Res. 71: 1238-1242
14. Deuch DE, Palmont A, Dafny PL, Mao Z, Leitman, Young Fisher LW (1998) tuftelung – aspects of protein and gene structure. Eur. J. Oral Sci 106: 315-323
15. Diek Wisch TJ, (1998) Subunit compactness of secretory stage enamel matrix. Connect. Tissue Res. 38: 139-145
16. Farina M, Schemmel A, Weissmuller G, Cruz R, Kachr B, Bischof PM (1999) atomic force microscopy of tooth surfaces. J. Struct. Biol. 125: 39 – 49
17. Fincham AG, Maradiaz-Oldak J, Dieckwisch TGH, (1995) evidence for amelogenin nanospheres as functional components of secretory – stage enamel matrix. J. Struct. Biol. 115: 50-59
18. Gaspersic de (1995) micromorphometric analysis of cervical enamel structure of human upper third molar. Arch. Oral Biol. 40: 453-457
19. Gwinnett DJ, (1996) Ultrastructure of the “prismaless” enamel of deciduous teeth. Arch. Oral Biol. 8: 1109-1115



20. Habeltz S, Marshall SJ, Marshall GW, Balloch (2001) properties of human dental enamel on the nanometre scale. *Arch. Oral Biol.* 46: 173-183
21. Huang A, Nakagaki H, Tsuboy S, Jih Ohn, Che nr. Thi thann Ha N, Kim J-D (1998) fluoride profiles of perikymata enamel surfaces of human premolar. *Arch. Oral Biol.* 43: 669-667
22. Kodakate Kuroiwa M, Higashi S. (1991) structural on distribution patterns of surface "primalas" enamel in human permanent Teeth. *Caries Res.* 25: 7-20
23. Hulley and Cummins. Tamaño de la muestra. *Designing clinical research an epidemiologic aproach.* 1988;39-150
24. Gomez de Ferraris. *Histologia y Embriología bucodental.* 2002; 274-301



## ANEXO 1

### Aplicación de la Técnica de EDS

#### (Energía Dispersiva Espectral de Rayos X)

En el laboratorio de microscopía de alta resolución de la Universidad Autónoma de Aguascalientes se cuenta con un microscopio electrónico de barrido marca JEOL 5900 acoplado a un analizador de energía dispersiva espectral de Rayos X (EDS) marca Oxford Instruments. Su función principal es de producir imágenes de alta resolución y gran profundidad de campo. El EDS es un sistema analítico diseñado para visualización y análisis de elementos químicos presentes en las muestras microscópicas.

Este equipo se dispone de tres detectores, los más comunes son el de electrones secundarios, electrones de retrodispersión y el de rayos X: La señal de electrones secundarios proporciona una imagen de la morfología superficial de la muestra. La señal de retrodispersión proporciona una imagen cualitativa de zonas con distinto número atómico medio, y la señal de rayos X espectros e imágenes acerca de la composición de elementos químicos en la muestra.

La preparación de la muestra es sencilla, para obtener un buen microanálisis cualitativo y cuantitativo de la muestra se necesita que esta esté bien pulida y plana y que sea buen conductor de la corriente eléctrica este requisito se cumple con los metales pero no así con otro tipo de material como son las muestras biológicas por lo que para hacer la muestra conductora se requiere la deshidratación, secado (Aparato critical dry point TOUSIMIS) y recubrimiento con oro (DENTUM VACUUM) o con una capa de carbón empleando el DENTUM VACUUMII.

Las muestras preparadas se colocan en la cámara del microscopio, el haz de electrones incide y barre la superficie de la muestra a través de las lentes condensadoras y objetivas. La imagen se congela y se escoge el área de la misma donde se va hacer el microanálisis. Este consiste en la adquisición de un espectro de Rayos X, el cual recoge los fotones de la muestra durante un determinado tiempo (minutos), y los clasifica según su energía formando un histograma, en donde el eje horizontal son unidades de energía en kiloelectrovoltios (KeV) y el eje vertical es el número de cuentas o intensidad. La multitud de pequeños picos por encima de todo el espectro representan fluctuaciones estadísticas. Esto permite determinar cuales elementos están presentes y la cantidad, en la cual se encuentra la muestra.

