

# Determinación de la especificidad y sensibilidad del ICDAS y fluorescencia Láser en la detección de caries *in vitro*.

Determining the specificity and sensitivity of the ICDAS and laser fluorescence in the *in vitro* detection of caries

C.D. José Rogelio Hernández Ramírez.  
Práctica privada.

El Artículo fue financiado por el programa,  
PAPCA 2011-2012.FES Iztacala.UNAM.

Dr. José Francisco Gómez Clavel.  
Profesor titular "A". Tiempo completo  
Carrera de Cirujano Dentista  
Facultad de Estudios Superiores Iztacala. UNAM.

*Recibido: Junio de 2011.*  
*Aceptado para publicación: Diciembre de 2011.*

## Resumen.

**Antecedentes.** El diagnóstico de las lesiones cariosas durante la fase inicial de desmineralización del diente permite la instauración de medidas preventivas y terapéuticas que pueden conseguir que el proceso carioso se revierta antes de que estén presentes las lesiones macroscópicas.

**Objetivo.** Evaluar *in vitro* la capacidad diagnóstica de la técnica de fluorescencia láser y la técnica de la inspección visual (ICDAS II), validándolas con la histología.

**Materiales y métodos.** 87 dientes de segunda dentición, de los cuales 85 no presentaban restauraciones, ni cavitaciones. Las superficies oclusales fueron examinadas visualmente y por medio de fluorescencia (FL), comparándolas con la histología.

**Resultados.** La sensibilidad a través de ICDAS II fue de 0.91 y la especificidad de 0.61. La sensibilidad registrada de FL fue de 0.95 y la especificidad de 0.68. Las mediciones de FL tuvieron una correlación moderada con el diagnóstico histológico: Correlación de Spearman .560. Las mediciones de ICDAS tuvieron una correlación moderada con el diagnóstico histológico: Correlación de Spearman .568.

**Conclusiones.** Los valores de sensibilidad del ICDAS y la fluorescencia láser son altos, son capaces de detectar a 9 de cada 10 dientes con lesiones en superficies oclusales. La especificidad del ICDAS indica que de cada 10 dientes sanos 4 son considerados enfermos y la especificidad de la FL dice que 3 de cada 10 dientes sanos fueron registrados como enfermos.

**Palabras clave:** *lesión cariosa, diagnóstico, sensibilidad, especificidad, fluorescencia láser, ICDAS, histología.*

## Abstract.

The diagnosis of carious lesions during the initial phase of tooth demineralization allows us to establish preventive and therapeutic measures that can reverse the carious process before the formation of macroscopic lesions.

**Objective.** To evaluate the *in vitro* diagnostic capacity of the laser fluorescence technique and that of the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS II), and validate the same based on histology.

**Materials and methods.** The occlusal surfaces of 87 permanent teeth with no restorations or cavities were assessed both visually and using laser fluorescence (LF) and the ICDAS II. Stereomicroscopy was used to evaluate sensitivity and specificity.

**Results.** The sensitivity of the ICDAS II was 0.91 and specificity 0.61. In the case of LF, sensitivity was 0.95 and specificity 0.68. LF measurements showed a moderate correlation with the histological diagnosis: Spearman Correlation of 0.560. The ICDAS measurements displayed a moderate correlation with the histological diagnosis: Spearman Correlation of 0.568.

**Conclusions.** ICDAS II and laser fluorescence sensitivity are high and can detect 9 out of 10 teeth with lesions on occlusal surfaces. ICDAS II specificity indicates that for every 10 sound teeth, 4 are considered to have lesions and the specificity of the FL shows that 3 out of 10 sound teeth were recorded as having lesions.

**Key words:** *carious lesion, diagnosis, sensitivity, specificity, laser fluorescence, ICDAS, histology.*

## Introducción.

Se han desarrollado diferentes métodos de detección de caries que hacen énfasis en la medición de las lesiones tempranas, para realizar tempranamente el diagnóstico de caries e instaurar medidas terapéuticas que eviten la cavitación o la intervención operatoria tradicional.

Normalmente, para evaluar el status de las lesiones de caries de un paciente, tomamos una decisión dicotómica (presencia o ausencia) con base en signos como: el color, translucidez, la sensación de dureza de la superficie dental y radiografías. A menudo, el resultado final es una baja sensibilidad y alta especificidad, lo que significa que un gran número de lesiones iniciales pueden pasar desapercibidas.<sup>1</sup>

La técnica más utilizada para mejorar la detección más allá de la inspección visual, es la radiológica,<sup>2,3</sup> sin embargo su sensibilidad es baja, Rodrigues<sup>4</sup> reporta una sensibilidad de 34% y una especificidad de 68%.

La detección y el diagnóstico de la desmineralización temprana permiten el uso de una odontología mínimamente invasiva. Así como la aplicación selectiva de los selladores en los dientes y en los sitios con mayor riesgo de desarrollo de lesiones de caries.<sup>5</sup>

El método ideal de detección de caries inicial debe capturar todo el continuo del proceso de caries, desde las primeras etapas (antes de la cavitación) debe ser exacto, preciso, fácil y aplicable para todas las superficies de los dientes.<sup>6</sup> Las nuevas metodologías para detectar las lesiones cariosas incluyen sistemas que mejoran el registro de las ya existentes, o la incorporación de nuevos métodos, en el caso de la inspección visual se desarrolló el Sistema Internacional de Detección y Medición de Caries (ICDAS por sus siglas en inglés). A la radiografía tradicional o digital se han agregado sistemas de cómputo para mejorar la detección,<sup>7</sup> algunos nuevos métodos incorporan tecnologías que detectan metabolitos bacterianos en esmalte y dentina a través de la emisión y detección de un haz de luz láser.

## ICDAS II

El ICDAS II es un conjunto unificador de criterios que se puede utilizar para describir las características de las lesiones en el esmalte y dentina de dientes limpios, secos, y evaluar su actividad. Estudios en curso y recientemente realizados indican que es válido y confiable y posee una buena sensibilidad y especificidad.<sup>8,9</sup>

La codificación (tabla 1) de las lesiones cariosas según el ICDAS II se determina de la siguiente forma:

Código 0	Sano
Código 1	Cambio visible en esmalte (visto seco)
Código 2	Cambio detectable en esmalte
Código 3	Ruptura del esmalte
Código 4	Sombra oscura subyacente de dentina.
Código 6	Cavidad extensa con dentina visible
Código 5	Cavidad detectable con dentina visible.

Tabla 1. Codificación del ICDAS II

## Fluorescencia Láser (FL)

Esta forma de diagnóstico mide el incremento en la Fluorescencia del tejido dental afectado por lesiones de caries cuando se aplica sobre él una luz Láser, lo que algunas moléculas del tejido dental son capaces de absorber y remitir en otra longitud de onda. Las bacterias en una lesión de caries con sus productos como porfirinas, coporfirina y protoporfirina IX han sido identificadas como las moléculas con fluorescencia presentes en la mayoría de las bacterias orales.<sup>10</sup>

La Fluorescencia Láser detecta donde el proceso de la lesión cariosa se ha iniciado, ya que en estas zonas se genera una Fluorescencia como resultado de combinar la matriz inorgánica con absorción de moléculas orgánicas.<sup>11</sup> Varios estudios *in vitro* han mostrado una buena correlación entre el porcentaje de pérdida de Fluorescencia y profundidad, respecto al tiempo de desmineralización de las lesiones cariosas<sup>12,13</sup> (Ando, 1997, Pretty, 2003).

## Histología.

Las características de la anatomía de las superficies oclusales están determinadas por la presencia de irregularidades que complican la detección temprana de las lesiones de caries.<sup>14,15</sup> Los análisis histológicos se han considerado los métodos más precisos para la validación de lesiones de caries. Ekstrand y cols.<sup>8</sup> desarrollaron un sistema de clasificación para comparar la profundidad de la lesión en cortes histológicos (Tabla 2).

Puntuación	Criterios
0	Sin desmineralización del esmalte o una estrecha zona de opacidad superficial.
1	Desmineralización del esmalte que se limita a la parte exterior del 50% de la capa de esmalte.
2	Desmineralización que involucra un tercio de la dentina.
3	Desmineralización que involucra el tercio medio de la dentina.
4	Desmineralización que involucra el tercio interno de la dentina.

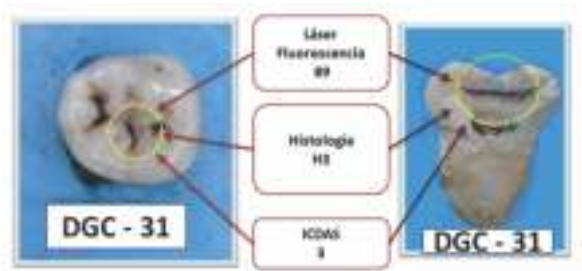
Tabla 2. Clasificación histológica de Ekstrand.

### Metodología de la Investigación.

Se obtuvieron para el estudio 87 dientes posteriores de segunda dentición, que se mantuvieron en solución salina, las condiciones de selección fueron: presentar la corona, sin restauraciones y no estar cavitados. En el estudio se incluyeron 2 casos en donde los dientes presentaban una cavitación en su superficie oclusal con el fin de obtener todo el espectro de la codificación del ICDAS II.

Se registró la FL en la zona donde presentaban cambios en el sistema de fosetas y surcos de las superficies oclusales. Se les clasifico de acuerdo a los valores del ICDAS II.

Se seccionaron horizontalmente para realizar el registro histológico y verificar las características del esmalte y dentina de las zonas exploradas, comparándolos con los valores de los registros de FL y del ICDAS II. Cortes histológicos de la muestra de nuestro estudio (Fotografías 1 y 2). En las imágenes podemos ver la correlación entre los distintos métodos de diagnóstico.



Fotografía 1. Vista oclusal de un molar y su corte histológico con los valores de ICDAS, FL e índice histológico de Ekstrand.



Fotografía 2. Vista oclusal de un molar y su corte histológico con los valores de ICDAS, FL e índice histológico de Ekstrand.

Se tabularon los registros del ICDAS II y FL con el registro histológico para obtener los valores de sensibilidad y especificidad.

Para determinar la confiabilidad se utilizó la prueba estadística de Kappa para hallar los valores intraexaminador para la técnica visual ICDAS.

Se utilizó la prueba estadística de Spearman para analizar el grado de correlación de ICDAS y la FL respecto criterio histológico (regla de oro).

### Resultados.

#### ICDAS II.

Los resultados empleando los criterios del ICDAS II muestran que la mayor parte de los dientes presentaban lesiones confinadas al esmalte (88.4%), 25 con código 1, 31 con código 2, y 21 con código 3. También dientes con lesiones que se extendieron a dentina (4.5%), 2 con código 4, uno con código 5, y uno con código 6. Se registraron 6 dientes sanos en donde el código del ICDAS II fue 0 (6.9%).

Las mediciones del ICDAS II tuvieron una Kappa inter-examinador de .633 que se considera buena. Para obtener los datos de especificidad y sensibilidad del examen visual utilizando los códigos del ICDAS II se utilizaron las dos fórmulas siguientes (Figura 1).

$$\text{Sensibilidad ICDAS} = \frac{76 \text{ VP}}{76 \text{ VP} + 2 \text{ FN}} = .97$$

$$\text{Sensibilidad ICDAS} = \frac{\text{Vn11}}{\text{VN 11} + \text{FP 7}} = .61$$

Figura 1. Fórmula de sensibilidad y especificidad de ICDAS II.

#### Fluorescencia láser.

Los resultados de FL muestran que la mayor parte de los dientes del estudio (44.8%) presentaban porfirinas en la dentina (valores FL mayores de 30), 21.8% dieron valores de LF entre 21 y 30, otro 21.8% tuvo valores entre 10 y 20, diez dientes (11.5%) tuvieron valores de menos de 10 lo que refiere un esmalte sano. Las mediciones de FL tuvieron una correlación moderada (0.560) con el

diagnóstico histológico, que resultó significativa (p < .01). Los resultados de FL obtenidos muestran que la mayor parte de los dientes del estudio (30) presentaban porfirinas en la dentina (valores FL mayores de 30) con un registro histológico de 1.

Para obtener los datos de sensibilidad de la cual nos arroja en 95% y la especificidad del 68%, los valores de Fluorescencia Láser obtenidos se utilizaron las dos fórmulas siguientes con la información de los cuadros previos (Figura 2).

$$\text{Sensibilidad LF} = \frac{\text{VP 76}}{\text{VP 76} + \text{FN4}} = .95$$

$$\text{Sensibilidad LF} = \frac{\text{VN}}{\text{VN} + \text{FP}} = \frac{11}{11 + 5} = .68$$

Figura 2. Sensibilidad y Especificidad de FL

## Discusión.

La sensibilidad de los métodos convencionales de diagnóstico se ha reportado con variaciones entre 62% y 90%, lo que quiere decir que de 1 a 4 dientes no son correctamente diagnosticados y que han pasado como falsos negativos.<sup>14</sup>

Los valores de acuerdo al ICDAS II

Los valores de sensibilidad que registramos en nuestra muestra a través del ICDAS II fue de 0.97, y de especificidad, 0.61. Jablonski-Momeni y col.<sup>16</sup> separaron los registros obtenidos para D1 (lesiones detectables en esmalte intacto), y reportaron valores de sensibilidad de 0.59-0.73 y para D3 (lesión clínicamente detectable en dentina) la sensibilidad tuvo una variación de 0.48 a 0.83, y los valores de especificidad para el umbral de D1 0.74-0.91 y de 0.82-0.94 para el análisis a nivel de D3. Xaus y col.<sup>17</sup> reportan valores de sensibilidad 0.92 Y especificidad de 0.42.

La correlación del ICDAS II con el diagnóstico Histológico.

La correlación de Spearman que obtuvimos entre los valores del ICDAS II y el registro histológico arrojó una r de 0.568, que se considera moderada. Finalmente Rodríguez<sup>4</sup> reportó una correlación de Spearman de 0.59, que es semejante a la que obtuvimos en este estudio.

Los valores de Fluorescencia Láser.

Los valores de sensibilidad obtenidos por la FL en nuestra muestra fueron de 0.95, y de especificidad de 0.68. La mayoría de los valores reportados en diferentes estudios muestran valores de sensibilidad menores y de especificidad mayores, cuando analizan lesiones de esmalte: Baseren y Gokalp,<sup>18</sup> reportaron valores de sensibilidad = 0.6 y de especificidad = 0.80; Tonioli y Col.<sup>19</sup> sensibilidad = 0.38 y especificidad = 0.82; Shi y

Col.<sup>20</sup> obtuvieron una sensibilidad = 0.42, y una especificidad = 0.95; Lussi y Col.<sup>20</sup> reportaron valores de sensibilidad de 0.72 a 0.87 y especificidad de 0.76 a 0.87.

En trabajos en donde se analiza la presencia de bacterias en lesiones de esmalte y dentina los resultados son más parecidos a los obtenidos en este trabajo (sensibilidad 0.95 y especificidad 0.68); Côrtes y Col.<sup>21</sup> obtuvieron valores de sensibilidad = 0.73 y especificidad = 0.85; Kordic y Col.<sup>22</sup> reportaron para sus mediciones sensibilidad = 0.95 especificidad = 0.53; El-Housseiny y Jamjoum<sup>23</sup> en pacientes obtuvieron una sensibilidad = 0.95 y especificidad = 0.50. Por lo que nuestros datos son muy parecidos a los obtenidos por Kordic y Col.<sup>22</sup> en su estudio in vitro, y el de El-Housseiny y Jamjoum,<sup>23</sup> realizado en la clínica.

La correlación de la Fluorescencia Láser con el diagnóstico Histológico.

En nuestro estudio las mediciones de Fluorescencia Láser tuvieron una correlación moderada con el diagnóstico histológico r = 0.560, en algunos otros estudios como el de Lussi y col.<sup>24</sup> la correlación de Spearman fue de 0.98; Jablonski-Momeni<sup>16</sup> obtuvo una r de 0.7; Sheehy y col.<sup>25</sup> tuvieron una correlación de 0.89; en el estudio realizado por Rodrigues y col.<sup>4</sup> la correlación de Spearman registro 0.53, que es lo más parecida al resultado de nuestro estudio.

Los valores altos de sensibilidad tanto en los registros del ICDAS II y Fluorescencia Láser y relativamente bajos de especificidad en nuestro estudio, demuestran que ambos métodos son muy buenos en el registro de las lesiones cariosas, sin embargo los valores bajos de especificidad demuestran que un porcentaje relativamente alto de dientes sanos son clasificados como enfermos y por lo tanto sobretratados, en nuestro estudio 4 de cada 10 dientes sanos están en esta situación.

## Conclusiones.

El examen visual siguiendo los criterios del ICDAS II en este estudio registró valores de sensibilidad = 0.97 y especificidad = 0.61. Los valores de sensibilidad registrados de la Fluorescencia Láser fueron de 0.95 y de especificidad de 0.68.

Los valores de sensibilidad del ICDAS II y de la Fluorescencia Láser son altos, lo que indica que son capaces de detectar a 9 de cada 10 dientes con lesiones en superficies oclusales.

Los valores de especificidad del ICDAS II (0.61) en nuestro estudio indican que de cada 10 dientes sanos 4 son considerados enfermos, lo que en la clínica puede conducir a sobretratamientos. El valor de 0.68 especificidad de la Fluorescencia Láser obtenido en nuestro estudio nos dice que 3 de cada 10 dientes sanos fueron registrados como enfermos.

## Bibliografía

1. Pitts NB. Modern concepts of caries measurement. *J Dent Res*2004; 83: C43–C47.
2. Souza-Zaroni WC, Ciccone JC, Souza-Gabriel AE, Ramos RP, Corona SAM, Palma-Dibb RG. Validity and reproducibility of different combinations of methods for occlusal caries detection: an in vitro comparison. *Caries Res*2006; 40: 194–201.
3. Beltran-Aguilar ED, Barker LK, Canto MT, et al; Centers for Disease Control and Prevention. Surveillance for dental caries, dental sealants, tooth retention, edentulous, and enamel fluorosis: United States, 1988-1994 and 1999-2002. *MMWR SurveillSumm* 2005; 54(3):1-43.
4. Rodrigues JA, Hug I, Diniz MB, Lussi A: Performance of Fluorescence Methods, Radiographic Examination and ICDAS II on Occlusal Surfaces in vitro. *Caries Res* 2008;42:297-304 (DOI: 10.1159/000148162)
5. Lingstrom P, van Ruyven FO, van Houte J, Kent R. The pH of dental plaque in its relation to early enamel caries and dental plaque flora in humans. *J Dent Res*2000, 79: 770-777
6. Beiswanger BB. The clinical validation of early caries detection methodologies. In: Stookey GK, Ed. Early detection of dental caries: Proceedings of the 1st Annual Indiana Conference. Indianapolis: Indiana University School of Dentistry; 1996; 281-6.
7. Pretty IA, Pender N, Edgar WM, Higham SM. The in vitro detection of early enamel de- and re-mineralization adjacent to bonded orthodontic cleats using quantitative light-induced fluorescence. *EurOrthod*2004; 25(3): 217-23.
8. Ekstrand KR, Ricketts DNJ, Kidd EAM. Reproducibility and accuracy of three methods for assessment of demineralization depth on the occlusal surface: an in vitro examination. *Caries Res* 1997; 31:224–231
9. Ferreira Zandoná A, Ando M, Eggertsson H, et al. Clinical validation of caries detection methodologies: preliminary results (abstract 2812). *J Dent Res* 83(special issue A):2004. Available at: "http://iadr.confex.com/iadr/2004Hawaii/techprogram/abstract\_45471.htm". Accessed Oct. 18, 2006.
10. Hibst R, Paulus R & Lussi A. Detection of occlusal caries by laser fluorescence: basic and clinical investigations. *Medical Laser Appl* 2001; 16: 205–213.
11. Lussi A, Hibst R & Paulus R. DIAGNOdent: an optical method for caries detection. *J Dent Res*2004; 83(Spec C): 80–83.
12. Ando M, van Der Veen MH, Schemehorn BR &Stookey GK. Comparative study to quantify demineralized enamel in deciduous and permanent teeth using laser- and light-induced fluorescence techniques. *Caries Res*2001; 35(6): 464–470.
13. Pretty IA, Smith PW, Edgar WM, and Higham SM. Detection of in vitro demineralization adjacent to restorations using quantitative light induced fluorescence (QLF). *Dent Mater* 2003; 19(5):368-74.
14. Lussi A. Impact of including or excluding cavitated lesions when evaluating methods for the diagnosis of occlusal caries. *Caries Res* 1996;30: 389-393.
15. Ismail A. Visual and visuo-tactile detection of dental caries. *Journal of Dental Research*,2004; 83:56–66.
16. Jablonski-Momeni A., Stachniss V., Ricketts D. N. J., Heinzl-Gutenbrunner M., Pieper and K., "Reproducibility and accuracy of the ICDAS-II for detection of occlusal caries in vitro," *Caries Research*, 2008;42 (2):79–87.
17. Xaus AG, Moncada CG, Leighton FC, Petrasic SL. Clinical Visual Diagnosis of Oclusal Caries Using ICDAS The Preliminary Program for XX Annual Meeting of the Chilean Division of the IADR  
[http://iadr.confex.com/iadr/chile07/preliminaryprogram/abstract\\_121973.htm](http://iadr.confex.com/iadr/chile07/preliminaryprogram/abstract_121973.htm) Criteria.
18. Baseren NM &Gokalp S. Validity of a laser fluorescence system (DIAGNOdent) for detection of occlusal caries in third molars: an in vitro study. *J Oral Rehabil*2003;30(12): 1190–1194.
19. Tonioli MB, Bouschlicher MR, Hillis SL. Laser fluorescence detection of occlusal caries. *Is J Dent*2002; 15:268-73.
20. Lussi A, Imwinkelried S, Pitts N, Longbottom C, Reich E. Performance and Reproducibility of a Laser Fluorescence System for Detection of Occlusal Caries in vitro. *Caries Res* 1999;33:261–266.
21. Córtes DF, Ekstrand KR, Elias-Boneta AR & Ellwood RP. An in vitro comparison of the ability of fibre-optic transillumination, visual inspection and radiographs to detect occlusal caries and evaluate lesion depth. *Caries Res*2000; 34(6): 443–447.
22. Kordic A, Lussi A, Luder HU Performance of visual inspection, electrical conductance and laser fluorescence in detecting occlusal caries in vitro. *SchweizMonatsschrZahmed*2003;113(8): 852–859.
23. El-Housseiny A, Jamjoum H. Evaluation of visual, explorer, and a laser device for detection of early occlusal caries. *J ClinPediatr Dent* 2001; 26:41-48.
24. Lussi A, Megert B, Longbottom C, Reich E, Francescut P. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions European Journal of Oral Sciences, 2001; 109 (1): 14–19.
25. Sheehy EC, Brailsford SR, Kidd EA, Beighton D, Zoitopoulos L. Comparison between visual examination and a laser fluorescence system for in vivo diagnosis of occlusal caries. *Caries Res* 2001; 35(6):421-6.

### Correspondencia.

Dr. José Francisco Gómez Clavel  
Av. De los Barrios No. 1  
Los Reyes Iztacala. Edo de México.  
México. C.P. 54090  
E-mail: gomclave@unam.mx