

TBR

Centro de Investigación

Colonización bacteriana de Superficies de cerámica de Circona. Un Estudio *In vivo* e *In vitro*

Lia Rimondini, DDS_ / Antonio Carrassi, DDS, MD_ /Paola Torricelli, PhD4

PROPÓSITO: Se evaluó la colonización microbiana de los nuevos materiales cerámicos desarrollados para la fabricación de pilares. Se probaron utilizando la técnica *in vitro* con las siguientes bacterias: *Streptococcus mutans*, *S. sanguis*, *Actinomyces viscosus*, *A. naeslundii*, y *Porphyromonas gingivalis*. Se evaluó la proliferación en placas de halos inhibidores alrededor de fôveas. Se cuantificó la adhesión bacteriana en los materiales por evaluación espectrofotométrica de la producción de limo por la misma bacteria. Por otra parte, también se evaluó la adhesión temprana bacteriana en voluntarios humanos y se observó contrastandolo con la prueba . Ciertos . Los . Tampoco se notaron diferencias entre los Y-TZP térmicos y rectificadas .

Los tejidos supra-óseos, las estructuras protésicas y el estado bucal juegan un papel esencial a la hora de conseguir y mantener la óseointegración de implante dentales. Los componentes de implantaciones transgingivales parecen tener gran importancia debido a sus características, ya que son esenciales para la prevención de fracasos y al mismo tiempo pueden ser técnicamente controlados. En la actualidad la estabilidad y la fuerza de las articulaciones, los efectos anti-rotatorios

fuertemente los resultados estéticos finales de las restauraciones de implantes dentales.

Los componentes transgingivales cerámicos han sido introducidos por muchos fabricantes para proveer a los médicos más pilares estéticos que los fabricados a partir de titanio (Ti). Sin embargo, como estos productos están generalmente fabricados de un material muy rígido, tal como alúmina, a menudo conllevan unos problemas tecnológicos muy desagradables debido a su baja resistencia de fuerzas dobladas.

1 Profesor Asesor, Departamento de Patología y Medicina Ora, Universidad de Milán, Milán, Italia.

2 Investigador Señor, Departamento de Medicina Experimental y Ciencias Bioquímicas, Universidad de Roma Tor Vergara, Roma, Italia.

3 Catedrático y Presidente, Departamento de Patología Oral y Medicina. Universidad de Milán, Italia.

4 Investigador Experto, Departamento de Cirugía Experimental, Istituti Ortopedici Rizzoli, Bolonia, Italia.

Solicitud de reimpresión: Dr. Lia Rimondini, Departamento de Patología y Medicina, Universidad de Milán, Via Beldiletto 1/3, 20142 Milán, Italia. Fax: + 39 02 891 25898. E-mail: pib1431@iperbole.bologna.it.

y el sellador de la conexión del pilar implantado son conseguidos por las propiedades de fabricación reológica de los pilares de implantes y tornillos de conexión, ^{1,2} mientras que las características morfológicas de las superficies de los pilares implantados podrían promover o retrasar la acumulación de placa ^{3,4} y por tanto podría ayudar o prevenir las enfermedades peri-implantación,⁵⁻⁷. Además, la composición de materiales de componentes transgingivales parece influenciar la formación del acoplamiento epitelial.^{8,9}. Su forma y perfil son capaces de guiar el contorno gingival ^{10,11} y, junto con el color del material, puede influenciar

TABLA 1 Promedios Profilométricos

Material	Promedio Ra (µm)	Promedio Rtm (µm)
Grado 2 Ti mecanizado	0.22	2.16
Y-TZP térmico	0.18	2.16
Y-TZP rectificado	0.04	1.14

Recientemente se ha prestado mucha atención a otros materiales cerámicos utilizados en ortodoncia, tales como la cerámica de circona, que combina biocompatibilidad, buena apariencia estética y una gran resistencia a fracturas.¹³ Sin embargo, no existe información de cómo las placas bucales colonizan superficies de circona, aunque dicha interacción pueda influenciar el éxito o fracaso clínico de la integración de tejido. De hecho, se ha declarado que la acumulación de placa es una de las causas mayores de fallos en los implantes. Se ha observado que especies anaeróbicas y Gram-negativas a menudo están asociadas a enfermedades peri-implantes. ¹⁴

El objetivo del presente estudio *in vitro* e *in vivo* fue controlar y comparar la colonización bacteriana bucal en superficies de discos fabricados a partir de Ti grado 2 mecanizado y policristales de

circona tetragonal estabilizada con itria tipo Y-TZO, obtenidos utilizando diferentes tecnologías.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de muestra

Se prepararon las pruebas aglomeradas de Y-TZP a partir de polvo *Tosoh 3YB* (Tosoh, Tokio, Japón) con una suspensión líquida, inicialmente presionada uni-axialmente a 77 Mpa para obtener un cilindro térmico de aire a una temperatura de 1,500° C. Se cortó el cilindro, de 6 mm de diámetro en un disco de 1 mm de grosor utilizando una fresadora médica. Los discos tipo “térmicos” fueron pulidos y desbastados utilizando una rueda de rotación tipo diamante.

Se aplastó y pulió bastante una parte (“rectificado”) de una superficie lisa utilizando una fresadora médica tipo diamante con diferentes grabados en atmósfera líquida N₂. Se obtuvieron discos de dimensiones similares cortando una barra de Ti puro comercial de grado 2. Los discos de Ti fueron cortados y pulidos utilizando un papel de lija y la fresadora médica tipo diamante. Los especímenes fueron morfológicamente caracterizados con un perfilómetro láser (RM 600, rodenstock, Gottingen, Alemania) con un juego de corte de 0.25 mm y una evaluación de longitud de 2.0mm. Se apuntó el promedio aritmético de las salidas del perfil desde la línea de promedio (Ra) y la media de las 5 alturas más grandes de la evaluación de longitud (Rtm). Los datos perfilométricos aparecen en la Tabla 1.

Todos los especímenes fueron esterilizados utilizando óxido etílico.

Se incubó una porción alícuota de cada uno de los especímenes, de Ti y especímenes Y-TZP térmicos y rectificadas con agua salina de fosfato (PBS) (0.2 g/mL) durante 1, 3, y 5 días, a una temperatura de 37° C para obtener una solución de extracción de acuerdo con las normativa ISO 10993-12: 1998.

Pruebas In vitro.

Condiciones de los Microorganismos y Crecimiento. Los organismos utilizados fueron *Porphyromonas gingivalis* (ATCC25175), *Streptococcus mutans* (ATCC25175), *Streptococcus sanguis* (ATCC10556), *Actinomyces viscosus* (ATCC 15987) y *Actinomyces naeshundii* (ATCC12104). Todas estos cultivos bacterianos

fueron incubados anaeróticamente a una temperatura de 37° C.

El Ensayo Inhibidor Bacteriano Agar. El ensayo inhibidor bacteriano *Agar* es una modificación del método descrito por Tseng y Wolf.¹⁵ La distensión de esfuerzos fueron precultivados en caldo Schaedler (1% wt/v Triptone caldo de soja, Sigma-Aldrich Gallarate, Milán, Italia) durante 18 horas, y se obtuvieron cultivos de caldo diluido, caracterizados por un valor de absorción espectrofotométrico que variaba de 0.2 a 540 nm. Luego se obtuvo una disolución de 1:50 de un cultivo de caldo bacteriano ajustado utilizando el caldo de Schaedler. Se depositaron uniformemente doscientos micro-litros de cada disolución de caldo en la placa *Agar* que contenían caldo Schaedler, 5% de sangre bovina desfibrinada, 0.0005% de hemina (*Sigma-Aldrich Gallarate*) y 0.00005% menadiona (*Sigma-Aldrich Gallarate*). Se hicieron cuatro pozos de 0.65 mm de diámetro para cada placa *Agar* y se rellenaron las foveas con 70 µL de la solución de extracción de todos los especímenes obtenidos en diferentes tiempos. Se utilizó PBS como control negativo y una solución estándar de 0.2% de clorhexidina (*Sigma-Aldrich Gallarate*) como control positivo. Después de un tiempo, se incubaron los cultivos anaeróticamente durante 4 días a una temperatura de 37 °C. Entonces, se midió el diámetro de la zona bacteriana de inhibición utilizando un calibrador. Se repitió la prueba 3 veces (Figura 1).

Prueba In vitro de Adhesión Microbiana. Se contó la cantidad de bacteria adherente a través de una evaluación de limo utilizando lauroil sarcosinato (*Sarcosyl, Sigma-Aldrich Gallarate*) como agente de extracción¹⁶ de acuerdo con el siguiente procedimiento. Se obtuvieron inóculos estándar de 1 mL para cultivos de caldo de diferentes tensiones después de 18 horas. Éstos estaban caracterizados por un valor de absorción espectrofotométrico de 0.4 que se anotó a 540 nm. Se depositó cada inóculo en las foveas de las 24 placas, que contenían cada una especímenes de Ti y Y-TZP térmicos y rectificadas. Las placas fueron entonces incubadas en un ambiente anaeróbico a una temperatura de 37 ° C durante 36 horas. Después de este periodo, se sacaron los especímenes, se aclararon en PBS y se metieron en la solución de *Bouin* a una temperatura de 25° C durante 2 horas. Después se aclararon de nuevo en PBS durante 15 minutos y se volvieron a aclarar por

segunda vez con PBS; y finalmente, se añadió 200 μL de 10% de lauroil sarcosinato de sodio para cada pozo.^{16,17} Después de 5 minutos de incubación a una temperatura de 37° C, los lisados fueron finalmente analizados con un microespectrofotómetro a 540 nm.

Se evaluaron siete especímenes de cada material para cada distensión bacteriana.^{16,17}

Experimento *In Vivo*

El experimento se llevó a cabo después de reclutar 10 voluntarios entre las edades comprendidas de 20 y 23 años con buenas condiciones salubres generales y bucales y con un alto estándar de higiene bucal. Primero se obtuvo el previo consentimiento de cada participante. Ninguno de ellos había tomado antibióticos o utilizado una solución antibacteriana en los últimos 3 meses antes del experimento.

Se fabricaron endoprótesis de silicona, y se ajustaron 3 especímenes - 1 para cada tipo - a la silicona mecánicamente durante su polarización. Se instaló una endoprótesis que llevaba especímenes en la región bucal de la zona molar y premolar de cada voluntario utilizando aparatos ortodóncicos. Después de la colocación de la endoprótesis, los sujetos suspendieron cualquier procedimiento de higiene bucal durante 24 horas. Entonces se retiraron los especímenes y se pasó a procesar la ecografía de microscopio electrón (SEM) (840^a, Jeol, Tokio, Japón) según se indica a continuación: fijado en una 2.5% de solución acuosa de glutaraldehído durante 2 horas; pulido en 1 mol/L de cacodilato sódico; aclarado en agua; deshidratado en alcohol (50%, 70%, 80%, 90%, 100% durante 10 minutos cada uno); deshidratado en el punto crítico de CO₂ en una bomba (Punto Crítico 30, W. Pabish, Pero, Milán, Italia); y finalmente recubiertos con una capa de paladio-oro de 20 - nm- de espesor en una unidad de rociado (Unidad de -Rociado E5 100, Equipo Polaron, Watford, Reino Unido). Los especímenes fueron evaluados con el proceso SEM, como se mostró anteriormente utilizando el modo de electrón secundario entre 5 y 15 DV. Se examinó una zona global de 100 X 125 μm en cada espécimen. El área era la suma de 5 campos de dimensiones iguales, que fueron seleccionados al azar en la superficie del espécimen utilizando un gris. Se tomaron nota de las siguientes variables para cada campo: presencia (= 1) o ausencia (= 0) de cocos. Varas cortas (< 10 μm), y varas largas (> 10 μm). La

rara presencia de células epiteliales adherentes también se hizo constar. Los valores cumulativos para cada zona fueron utilizados para la evaluación estadística. Se calculó un índice de la cantidad de bacteria para cada zona sumando los siguientes resultados para cada campo: número de bacteria < 5, puntuación = 0; número de bacteria 6 a 30, puntuación = 1; número de bacteria 31 a 100, puntuación = 2; número de bacteria de más de 100, puntuación = 3.^{3,18}



Figura 1. Muestra de un ensayo que ha utilizado materiales de pruebas (Titanio 4-T2P), control positivo (0.2% clorhexidina) y control negativo (PBS)

Análisis estadístico

Se utilizó un análisis de un único sentido de varianza (ANOVA) Y se realizaron las PRUEBAS *Scheffé* para comparar los datos de limo. Los análisis estadísticos del experimento *in vivo* se realizaron utilizando datos de la zona cumulativa con la prueba exacta de *Kruskal-Wallis ANOVA* seguido de la prueba *U Mann-Whitney* para comparar los sustratos entre sí. Se utilizó el método de *Monte Carlo* para realizar el cálculo de probabilidad. El nivel significativo se ajustó a $P < .05$.

RESULTADOS

Pruebas *In Vitro*

Los análisis bacterianos no mostraron inhibición alguna de proliferación bacteriana. El comportamiento de todos los eluatos obtenidos a partir de los diferentes materiales se compararon con los que constaban en los controles negativos. Sin embargo, se observaron diferencias en la prueba de adhesión con respecto a la producción de limo (Tabla 2). *S mutans* era la distensión más adherente, produciendo más limo en Y-TZP térmico que en el rectificado y en los especímenes Ti ($P < .01$). Por el contrario, *S sanguis* parecía que se adhería a Ti de grado 2 más fácilmente con el valor P consiguiendo un dato significativo ($P < .1$) No se observaron diferencias entre *Actinomyces spp* y *P gingivalis*.

Experimento *In Vivo*

La Tabla 3 muestra el índice de densidad bacteriana anotada para superficies de especímenes y la presencia de diferentes morfotipos. Ambas superficies Y-TZP acumularon mucha menos bacteria que Ti con una presencia de cocos y una ausencia de varas largas. Las superficies Ti aparecieron más uniformes recubiertas con un biocapa estructurada, realizada de película y bacteria (Figura 2), mientras que las superficies Y-TZP aparecieron colonizadas por conjuntos de bacteria (Figura 3). No se observaron diferencias entre las superficies rectificadas y térmicas en términos de la cantidad de bacteria y presencia de morfotipos. También se observaron células epiteliales en algunos especímenes Y-TZP rectificadas.

DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio fue evaluar *in vitro* la habilidad de las diferentes tensiones de bacteria bucal adherente y que crece en Ti y especímenes Y-TZP térmicos, cuyos valores brutos Ra, variaban en un promedio de entre 0.18 y 0.22 μm , y que podían ser comparables a los pilares comercialmente disponibles (observados la variación de 0.10 a 0.30 μm).¹⁹ También se evaluó la adhesión y crecimiento en superficies rectificadas altamente pulidas Y-TZP, que son dos veces más lisas y pulidas que los pilares que se encuentran disponible en los comercios. Además, este estudio incluyó un experimento *in vivo* para investigar la colonización temprana en la presencia de placa compuesta, película salivar y fuerza de eliminación relacionada con el flujo salivar, músculos y actividad masticatoria.

No se detectó actividad antimicrobial ni por Ti o materiales de circonita utilizando la prueba *in vitro* de curva en las distensiones utilizadas. Dichos resultados no supusieron una sorpresa. La actividad antimicrobial de Ti es muy polémica y está relacionada directamente con la concentración de iones Ti y la prueba de sensibilidad.²⁰ No existen datos previos de

circonita en lo referente a las distensiones bucales.

Las pruebas de adhesión para la evaluación indirecta de cantidad bio-capas evaluando el limo y las membranas lipopolisacáridas separadas por sarcos, mostraron diferencias entre Ti y superficies de cerámica. *S. mutans* se adhirió a las superficies de cerámica más fácilmente que otra bacteria pionera, tal como *S. sanguis*, que parecía tener más afinidad al Ti que a las superficies Y-TZP. Además, no se notaron diferencias entre la adhesión de *S. sanguis* con las superficies Y-TZP térmicas y rectificadas. Esta última observación es aparentemente extraña, de acuerdo a los resultados comunes *in vivo*, ya que las superficies más ásperas acumulan más bacteria.²¹ De hecho este fenómeno es resaltado generalmente *in vivo* por el efecto protector de las superficies ásperas contra las fuerzas de eliminación que faltan bajo las condiciones experimentales *in vitro*. Además existen otros factores como las propiedades físicas y químicas de las superficies (la humedad de la superficies de los materiales combinados con distensiones utilizadas bacterianas) que pueden invalidar esos aspectos químico-físicos tales como asperezas,²² que podría modificar la composición química de la superficie y la humedad,^{23, 24} especialmente en pruebas de corto plazo como es el presente experimento.

El uso de un modelo de colonización temprano *in vivo* ofrece la oportunidad de evaluar materiales en una condición clínica simulada presentando placa compuesta, película salivar, y fuerzas de eliminación. Según los resultados actuales, las superficies Y-TZP acumulan mucha menos bacteria que las superficies Ti, con una presencia de cocos, pocas varas cortas y ninguna vara larga, lo que indica una placa inmadura.²⁵

No se notaron diferencias significantes entre la circonita rectificada y térmica en la colonización de placa, aunque las superficies rectificadas estaban más suaves que las superficies térmicas. Una posible explicación a todo esto se puede deber al límite de aspereza de relevancia clínica (alrededor de Ra = 0.2

µm) como se observó en ambos modelos *in vivo*, en el temprano _ y en el de largo plazo ⁴

Finalmente, las muchas células epiteliales extrasístoles que se observaron ocasionalmente en superficies Y-TZP parecían sugerir que Y-TZP podría ser un material prometedor capaz de realzar la formación de acoplamiento epitelial, aunque esta hipótesis no haya sido aún probada.

CONCLUSIÓN

Dentro de los límites de este estudio, podemos decir que la cerámica circona podría ser un material ideal para la fabricación de pilares para implantes con un potencial de colonización bacteriano bajo. El pulido de cerámica circona no parece ofrecer ningún beneficio sobre el material térmico en términos de colonización.

RECONOCIMIENTOS

A todos los autores nos gustaría agradecer a *Benax s.r.l* (Ancona, Italia), *Sudimplant* (Toulouse, Francia) y *Progetto Finalizzato MST A II* del consejo de Investigación Nacional, por su gran aporte financiero, además de a Roberto Chiesa (Politécnico- Milán), Giuseppe Magnani (Enea), Stefano Frangini (Enea), y Corrado Piconi (Enea) por la fabricación y caracterización de especímenes.

REFERENCIAS

1. Binon PP. Implantes y Componentes: Entrando en el nuevo milenio. *Int J Oral Maxillofac Implants* 200; 15: 76-94.
2. Janses VK, Conrads G, Richter Ej. Goteo microbiano y ajuste marginal de la interfase del pilar del implante. *Int. J. Oral Maxillofac Implants* 1997; 12: 524-540
3. Rimondi L, Raré S, Brambilla E, et al. El efecto de aspereza de la superficie en la colonización de la placa de titanio. *JH. Periodontol* 1997; 68: 556-562.
4. Bollen CM, Papaioanno Wm, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, van Oteenberghe D. La influencia de la aspereza de la superficie de pilares en acumulación de placa y mucositis peri-implantes. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7: 201-211,
5. Pontoriero R, Tonelli MP, Carnevale G, Mombelli An, Nyman SR, Lang NP. Mucositis peri-implante inducida experimentalmente. Un estudio clínico realizado en seres humanos. *Clin Oral Implants Res* 1994; 5: 254-259.
6. Berglundh T, Lindhe J, Marinello C, Ericsson I, Liljenberg B. Reacción de tejidos blandos a la formación de placa nueva en implantes y dientes. Un estudio experimental realizado en perros. *Clin Oral Implants Res* 1992; 3: 1-8.
7. Isidro F. Evaluación histológica de peri-implante óseo en implantes sujetos a sobrecarga oclusa o acumulación de placa. *Clin Oral Implants Res* 1997; 8: 1-9.
8. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. La barrera de tejido blando en implantes y dientes. *Clin Oral Implants Res* 1991; 2: 81-90.
9. Abrahamsson I, Berglundh T, Wennström J, Lindhe J. El peri-implante de tejido blando y duro en diferentes sistemas de implantación. Un estudio comparativo realizado en perros. *Clin Oral Implants Res* 1996; 7: 212-219.
10. Salinas TJ, Sadan A. Estableciendo una integración de tejido blando con pilares con forma de dientes naturales. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998; 10:35-45.
11. Hoexter D. Anestesia en implantología. *Dent today* 1998; 17: 98-101.
12. Tripoakis AP, Strub JR, Kappert HF, Witowski S. Fuerza y modo de fracaso en un solo implante con pilares de restauración de cerámica bajo carga estática. *Int J Prosthodont* 1995; 8: 265-272.
13. Piconi C, Maccauro G. Circona como biomaterial de cerámica. *Biomateriales* 1999; 20: 1-25
14. Quirynen M, De soete M, van Steenberghe D. Riesgo de infección en implantes bucales.; *Revisión literaria. Clin Oral Implants Res* 2002; 13: 1-19
15. Tseng CC, Wolf LF. Efecto inhibidor de flúor stannous y otros agentes antimicrobianos utilizados más comúnmente en bacteria bucal. *J Formosa Med Assoc* 1991; 90:565-571.
16. Sherman P, cockerill F, soni R, Brunton J. Las membranas exteriores son inhibidores competitivos de *Eschericia coli* 0157: H7 adherencia a células epiteliales. *Infect Immunol* 1991; 59: 890-899.
17. Filip C, Fletcher G Wulff JL, Earhart CF. Solubilización de la membrana citoplásmica de *Escherichia coli* por Lauroil sarcosinato de sodio de detergente iónico. *J Bacterial* 1973; 115: 717-722.
18. Carrassi A, Sardella A, Rimondini L colonización de placa temprana *in vivo* en superficies de titanio suaves. *Cells Mater* 1996; 6: 111-116.
19. Quirynen M, Bollen CM, Willems G, van Steenberghe D. Comparación de las características de superficie de seis pilares de titanio puro comerciales. *Clin Oral Implants Res* 1994; 9:71-76
20. Joshi Ri, Eley A. El efecto *in vitro* de un implante de titanio en microflora bucal. Comparación de otros componentes metálicos. *J Oral Microbio* 1988; 27: 105-107
21. Gatewood RR, Cobb CM, Killoy WJ. Colonización microbiana en estructura dental natural comparado con superficies de implantes dentales suaves rociados de plasma. *Clin Oral Implants Res* 1993; 4: 53-64

25. Carrassi A, Santarelli G, Abati S. colonización de placa temprana en cemento humano. *J Clin Periodontol* 1989; 16: 265-267.

22. Drake DR, Paul J, Keller JC. Colonización bacterial primaria de superficies de implantes. *Clin Oral Implants Res* 1999; 14: 226-232

23. Keller JC, Stanford CM, Wightman JP, Draughn RA, Zaharias R. Caracterización de superficies de implante de titanio. III *J Biomed Mater Res* 1994; 28:939-946.

24. Doundoulakis JH. Análisis de superficie de titanio después de la esterilización: El papel que juega en la internase de tejidos de implante y bio-adhesión. *J Prosthet Dent* 1987; 58: 471-478.

Tabla 2 Evaluación espectrofotométrica de limo (Promedio ± SDs)				
Bacteria	Y-TZP (mm) térmico	Y-TZP (nm) Rectificado	Ti (nm) Mecanizada	P (1-direcc. ANOVA)
<i>S mutans</i>	048 ± 0.02*	0.27 ± 0.01*	0.33 ± 0.01*	.01
<i>S sanguis</i>	0.09 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.18 ± 0.01	NS
<i>A viscosus</i>	015 ± 0.01	0.14 ± 0.01	0.16 ± 0.01	Ns
<i>A naeslundii</i>	0.21 ± 0.01	0.30 ± 0.01	0.20 ± 0.01	NS

<i>P. gingivalis</i>	0.08 ± 0.02	0.09 ± 0.00	0.11 ± 0.01	NS
----------------------	-------------	-------------	-------------	----

NS = No significativo

* P < .01 (Prueba Scheffé)

Tabla 3 Índice de densidad y Presencia de Células en diferentes sustratos in Vivo (Promedio ± SD)

Material	BDI	Cocci	Varas cortas	Varas largas	Keratinocitos
Y-TZP térmico	6.0 ± 4.9*	3.7 ± 0.8	0.7 ± 1.3	0.1 ± 0.4*	0.1 ± 0.0
Y-TZP rectificado	8.3 ± 3.1	5.0 ± 0.3	1.3 ± 1.8	0.0 ± 1.2*	1.0 ± 0.6
Ti mecanizado	11.3 ± 4.3*	4.3 ± 1.2	3.3 ± 1.8*	0.8 ± 0.9*	0.1 ± 0.0
<i>P</i>	<.5	<.5	<.5	<.5	NS

NS = No significativo

* P < .05 comparación entre sustratos de circonita y titanio (Mann/Whitney, Prueba U con método Monte Carlo para calcular la probabilidad)

Figura 2 Micrográfico SEM de colonización bacteriana y superficie Y-TZP térmica. Un conjunto de pocos cocos observable (magnificación original X 6,000; bar = 1 µm)

Figura 3 Micrográfico SEM de colonización bacteriana y superficie Ti. Una capa homogénea de cocos cubre la superficie del espécimen. Los bastoncillos son visibles. (magnificación original X 6,000; bar = 1 µm)