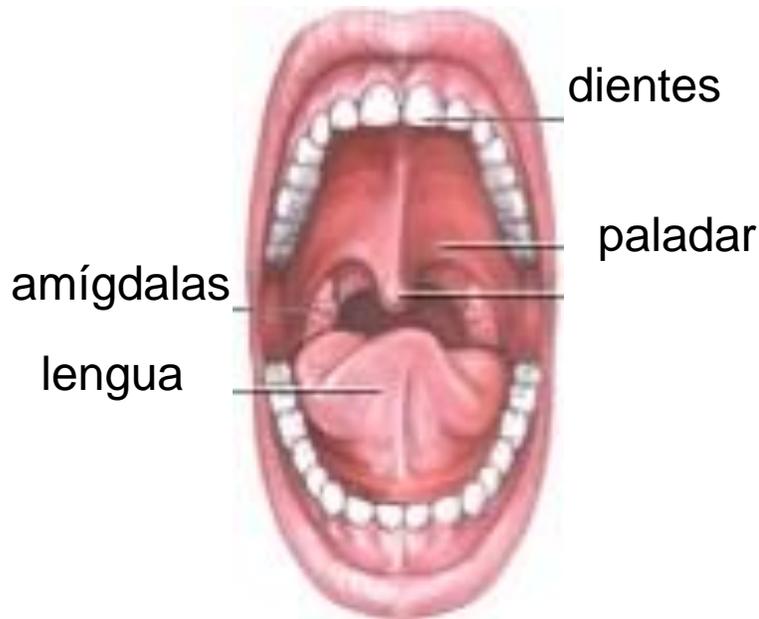


# ¿Qué sabemos de microbiología oral?

ADIEL ALBERTO VASQUEZ QUIJANO  
Bacteriólogo Pontificia U. Javeriana  
Lic. Biología y Química U.F.P.S.  
Docente investigador UAN  
Especialista en Computación para la  
Docencia UAN

## CAVIDAD ORAL



- Órgano puerta de entrada al organismo
- Ingesta de alimentos
- Emisión de sonidos
- Composición: tejidos blandos (mucosas y lengua) y tejidos duros (dientes y huesos maxilares)
- Lubricada por saliva

Funciones: Proceso inicial de digestión (la masticación)

- Succión
- El gusto
- La fonética
- Determina la expresión facial
- Ofrece múltiples superficies a las cuales se pueden adherir microorganismos.

- Evidencias sugieren que el microbioma, cambia con la edad en humanos, variaciones que dificultan identificar un microbioma “típico”.
- Los microorganismos colonizan superficies biológicas y materiales empleados en odontología. Se han identificado biofilms en superficies de titanio.

# HISTORIA

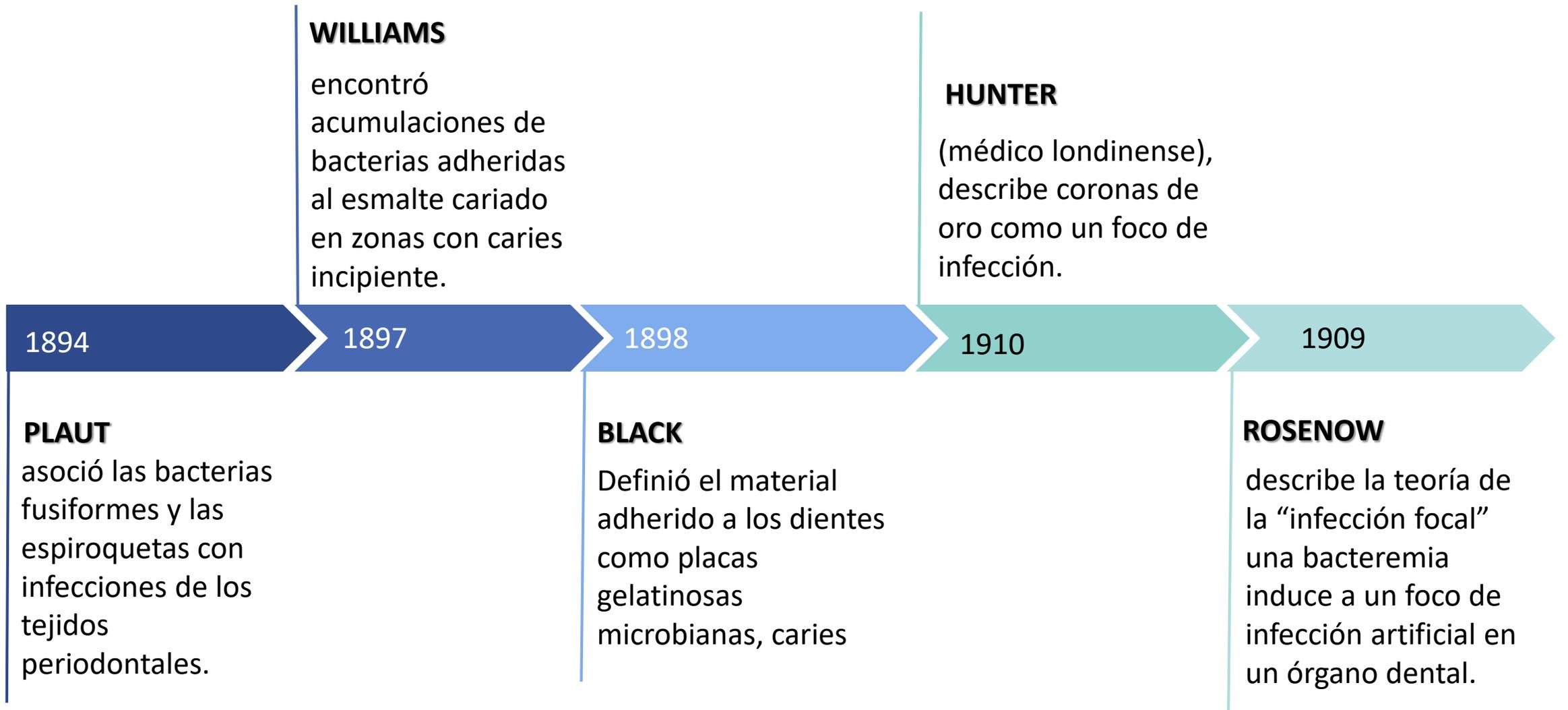
La historia de la microbiología oral ha evolucionado ligada a la Microbiología Médica, esto hace que sea necesario conocer, previamente, los grandes hitos que permitieron al hombre descubrir los microorganismos y llegar al estado actual de conocimiento.

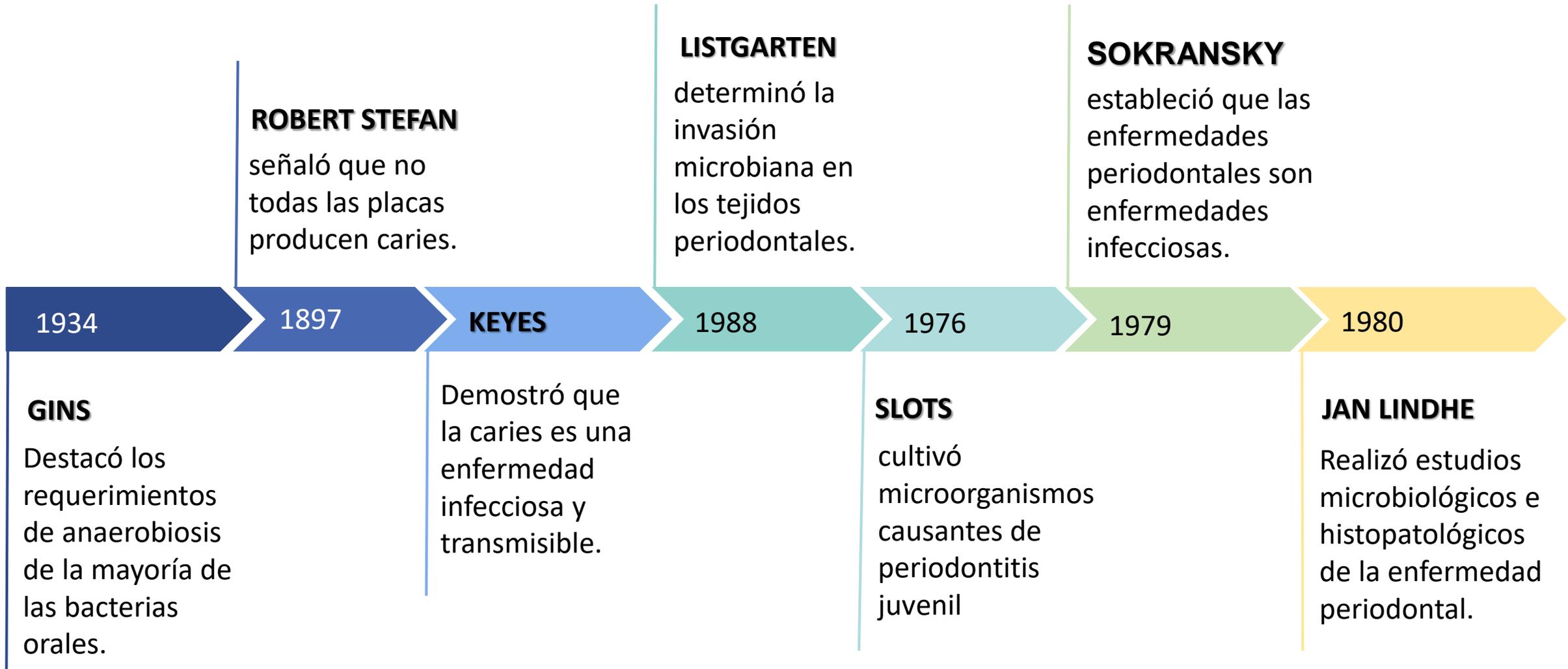
Prehistoria: Hongos (fuente de alimento) MOO patógenos (ingerían infusiones de hierbas)

Aprox. 2400 a J.C.: Producción de pan y cerveza (levaduras presentes en el aire o en cáscaras de frutas y cereales para obtener fermentos)

Vale la pena destacar los estudios de Aristóteles, Marcus, Francastorius, Leeuwenhoek quien descubrió el mundo microbiano.

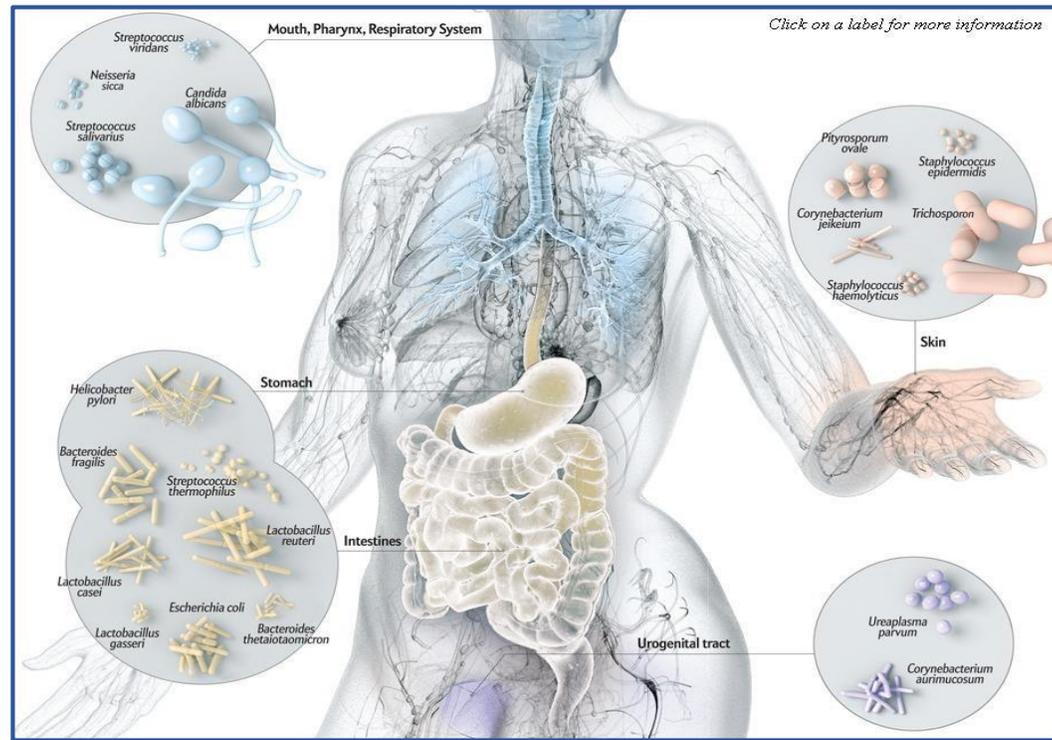
- **Fauchard** que relacionó biopelícula y cálculo dental con gingivitis y periodontitis.
- **John Hunter** Señaló que la gingivitis y la periodontitis podían repercutir en otras zonas del organismo.
- Los estudios de Pasteur, Robert Koch, Gram, Miller (dentista alemán), padre de la microbiología oral, que describe los efectos de las “pulpas dentales gangrenadas como centros de infección”, en sus estudios realizados en el laboratorio de R. Koch, cultivó bacterias de infecciones endodónticas y describió su asociación con periodontitis apical. (Lamont, 2015)





Cavidad oral tiene hábitats diferentes, actúa como el tubo conector exterior-tracto digestivo-tracto respiratorio proporcionando espacio para **colonización de microorganismos.**

La sinergia e interacción de microorganismos orales ayudan contra la invasión de microorganismos externos.



Forma un entorno de nicho único para los microorganismos. Su acumulación  biofilm dental.

Un agente causal que puede fermentar carbohidratos para producir ácido y dañar el esmalte, es una de las principales causas de la caries dental.

Desequilibrio  $\rightarrow$  desarrollo de enfermedades orales y sistémicas. Microbiomas orales juegan un papel importante en la comunidad microbiana humana y la salud. (Gao lu, 2018)

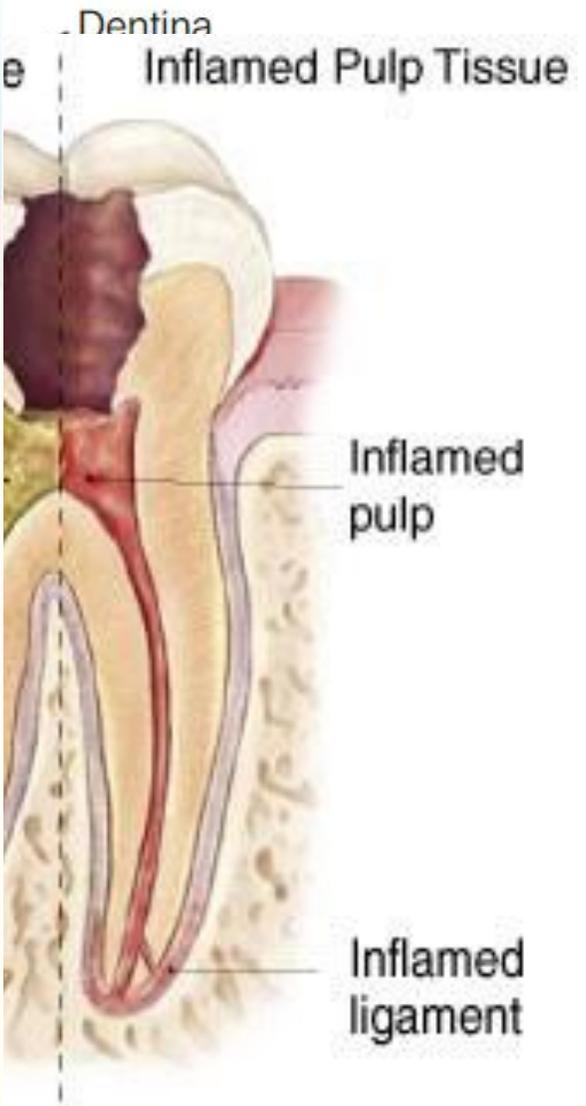
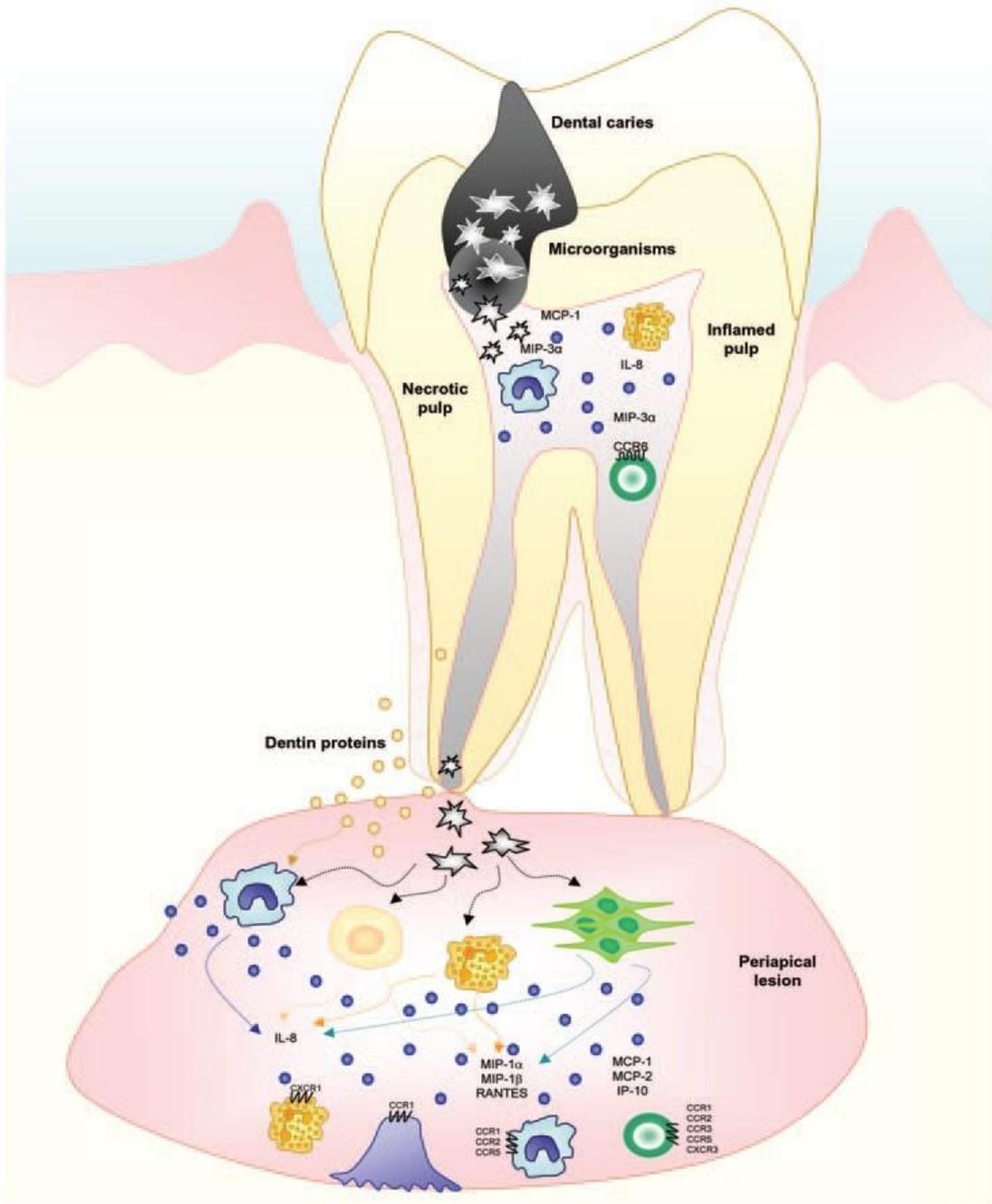
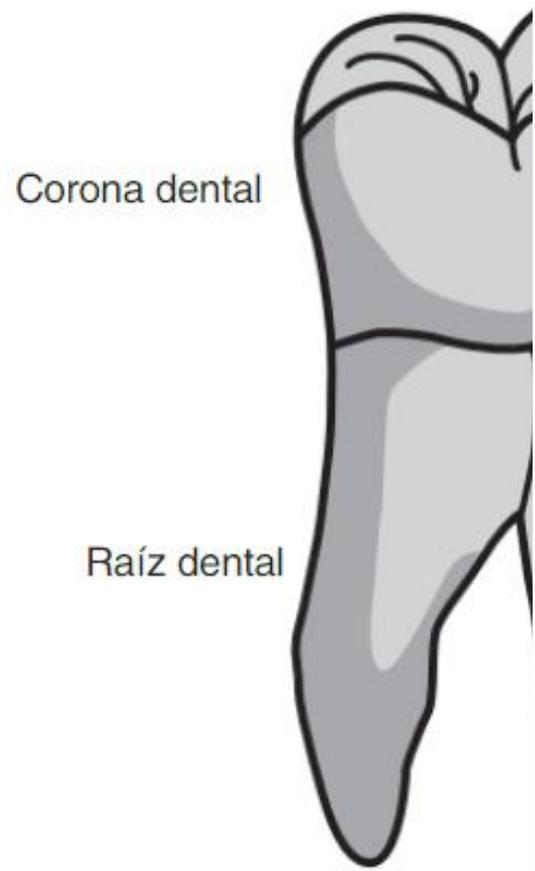
Enfermedades frecuentes como caries, gingivitis, periodontitis u otras condiciones bucales como boca seca y halitosis, afectan funcionalidad  $\rightarrow$  disminuyen calidad de vida,  $\downarrow$  estado de salud general. Pérdida de dientes  $\rightarrow$  mala nutrición por masticación incorrecta o baja autoestima por la afectación de la expresión facial, etc.

*Streptococcus mutans*, *Lactobacilos*, *Actinomyces spp.* y otras bacterias anaerobias se consideran los principales agentes cariogénicos. (Wei et al., 2019).

La microbiología oral ha evolucionado desde etapas microbianas a concepciones más ecológicas y aún más reciente a la correlación inmuno-infecciosa y de coparticipación viral.

En humanos se han identificado diferentes nichos colonizados por microorganismos que, de forma general, se denomina microbiota, término que define el conjunto de bacterias, hongos, virus y arqueas que conviven en una relación simbiótica con el hospedero.

Los principales nichos están en el intestino, vagina, córnea, piel y, de forma particular, la cavidad oral. (Hernández-Ruiz et al, 2022)



**Figura 11-1.** Características anatóm

# Nichos ecológicos



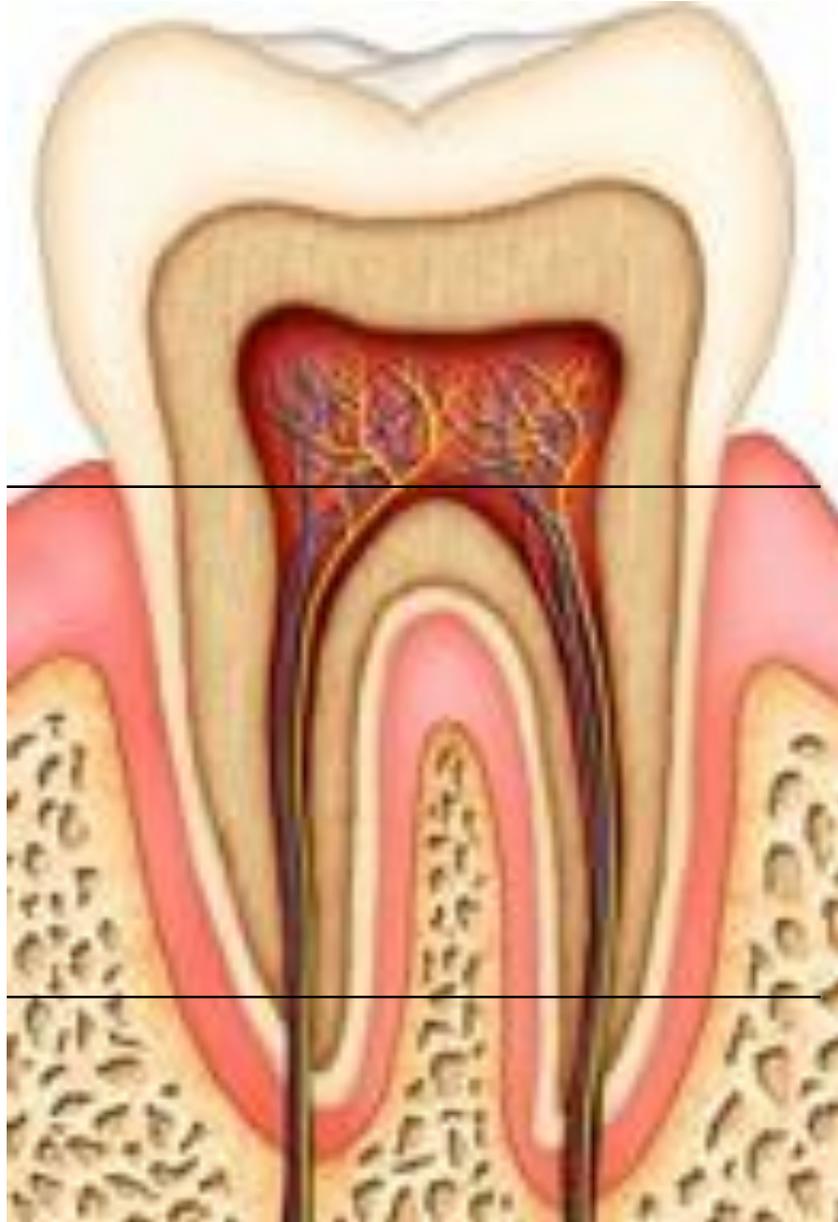
## *Nicho 1 : Segmento coronal*

- Alta tensión de oxígeno
- Nutrientes disponibles desde la cavidad bucal
- Microorganismos expuestos a acciones terapéuticas

## *Nicho 2: Canal principal*

## *Nicho 3: Segmento Apical*

# Nichos ecológicos



## *Nicho 2: Canal principal*

- Baja tensión de oxígeno
- Cantidad reducida de nutrientes desde la cavidad bucal
- Microorganismos expuestos a acciones terapéuticas



# Nichos ecológicos

## *Nicho 3: Segmento Apical*

- *Muy baja tensión de oxígeno*
- *Nutrientes disponibles desde los tejidos periapicales*
- *Microorganismos probablemente menos afectados por las medidas terapéuticas*

[El microbioma](#) oral es una parte importante del microbioma humano. La [cavidad oral](#) contiene varios nichos significativamente diferentes con distintas comunidades microbianas.

Una amplia gama de microorganismos habita en la cavidad bucal humana, incluidas bacterias, hongos, virus, [arqueas](#) y protozoos.

Estos microorganismos forman una comunidad ecológica compleja que influye en la salud bucal y sistémica. [Las enfermedades orales](#) más prevalentes, la caries dental y [las enfermedades periodontales](#), son enfermedades asociadas a la microbiota.

Crecientes evidencias han apoyado que muchas [enfermedades sistémicas](#) están asociados con alteraciones en el ecosistema bucal, como diabetes, enfermedades cardiovasculares y tumores. (Zhang et al., 2018)

Periodontitis



Peri-implantitis



Caries



**MICROBIOMA Y  
ENFERMEDADES  
ORALES**

**Microbioma oral y enfermedades orales .**

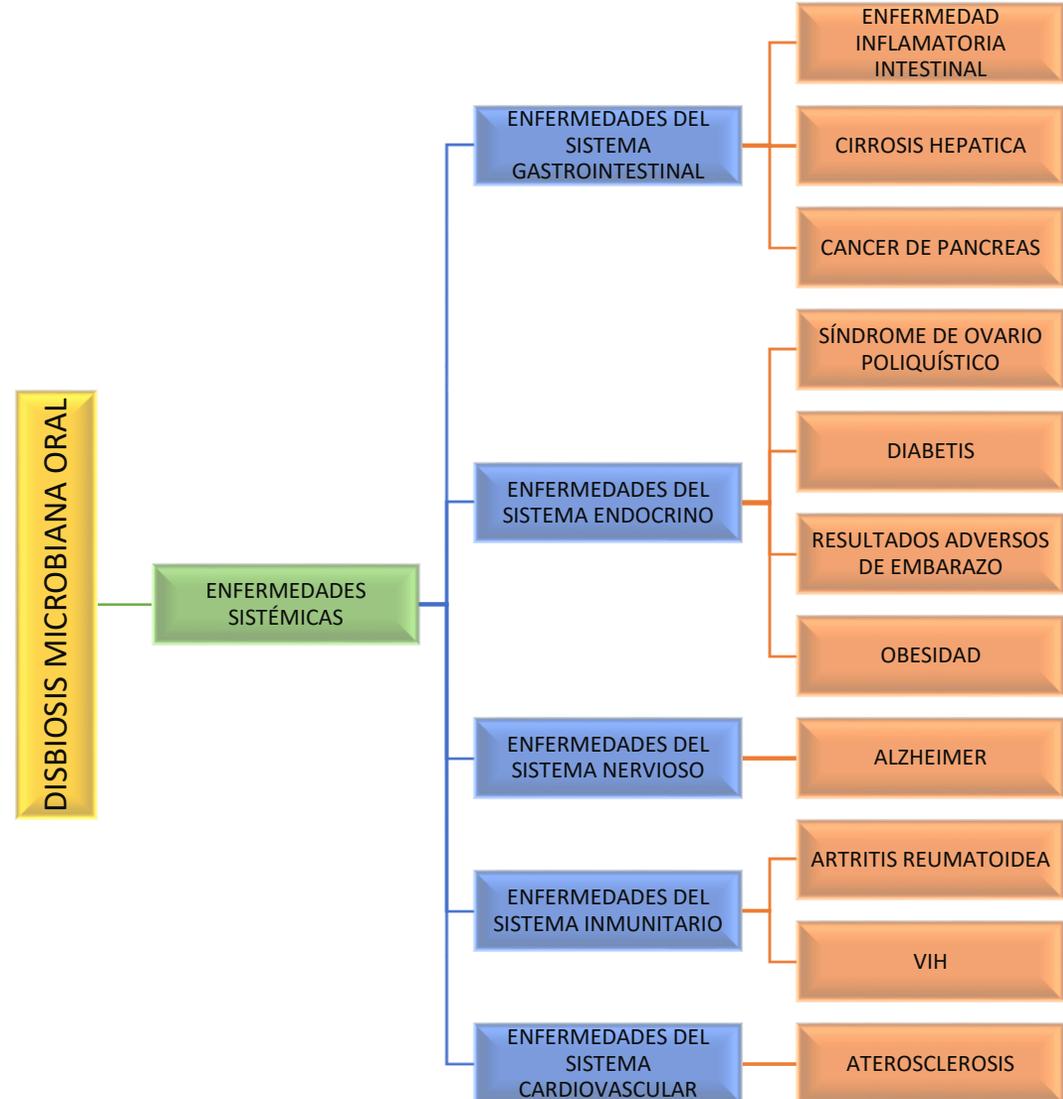
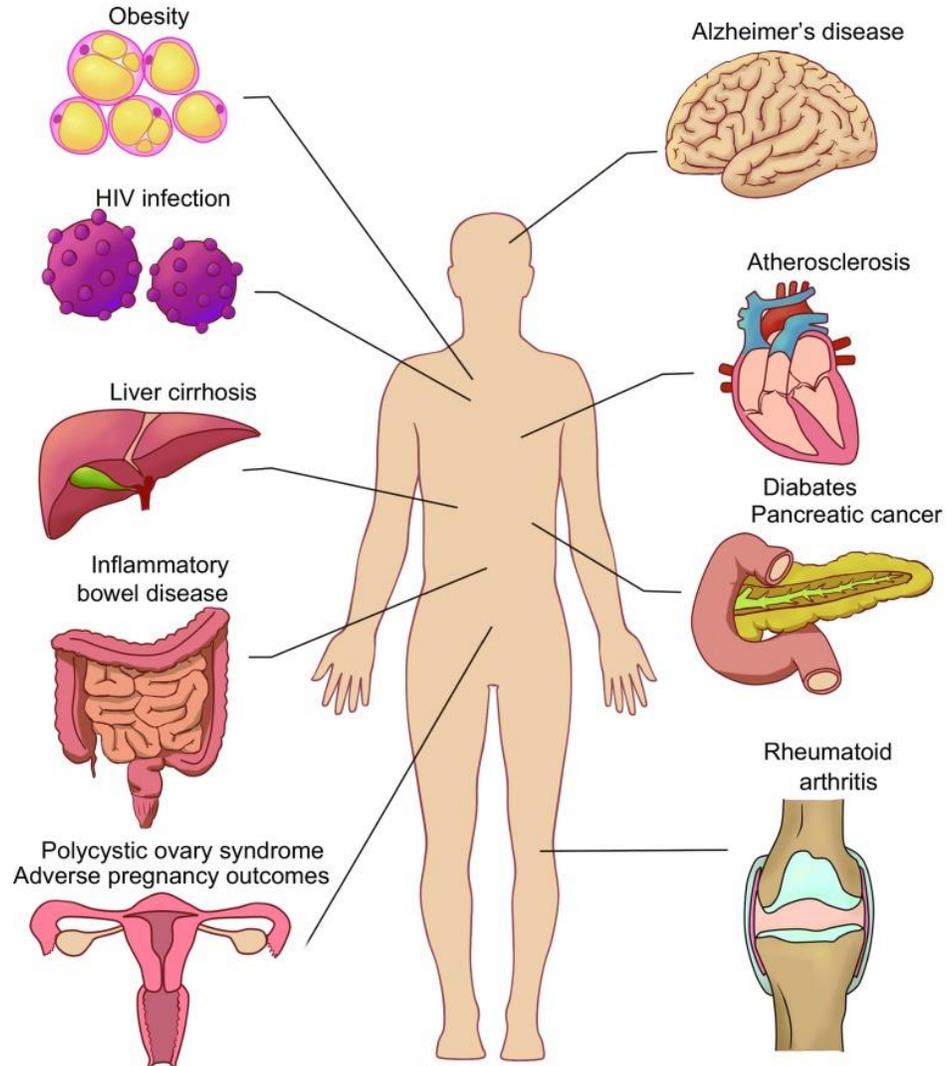


Mucosa diseases



Oral cancer

# Microbiomas orales y enfermedades sistémicas de todo el cuerpo .



La diversidad en la composición de los microbiomas orales puede atribuirse al contacto continuo de la cavidad oral con el ambiente externo.

La diversidad de la microbiota oral difiere del sitio anatómico específico, por ejemplo: las muestras de placa dentobacteriana supragingival o subgingival, mucosa, lengua y saliva son diferentes, así como la condición sistémica relacionada, dieta, edad y estilo de vida del hospedero (Ai D et al, 2017)

*Atopobium parvulum*  
*Eubacterium sulci*  
*Solobacterium moorei*

**Halitosis**

**Periapical infections**  
*Firmicutes, Tannerella forsythia*  
*Bacteroidetes, Prevotella baroniae*  
*Porphyromonas endodontalis*  
*Fusobacterium nucleatum*  
*Prevotella oralis, Fusobacteria*  
*Actinobacteria, Olsenella uli*  
*Proteobacteria, Tannerella forsythia*  
*Porphyromonas endodontalis*  
*Propionibacterium propionicum*  
*Porphyromonas gingivalis*  
*Prevotella intermedia*  
*Parvimonas micra*  
*Fusobacterium nucleatum*

**Periodontal diseases**  
*Capnocytophaga, Actinomycetes*  
*Fusobacterium, Synergistetes*  
*Porphyromonas endodontalis*  
*Campylobacter, Prevotella*  
*Porphyromonas gingivalis*  
*Eubacterium saphenum*  
*Bacteroidetes spp., Eikenella*  
*Peptostreptococcus spp., Dialister spp.*  
*Parvimonas micra, Filifactor alocis*  
*Treponema denticola, Tannerella forsythia*  
*Desulfobulbus spp., Prevotella denticola*

**Oral Bacteria  
Related  
to  
Oral Diseases**

**Dental caries**  
*Streptococcus, Selenomonas*  
*Prevotella, Actinomyces*  
*Bifidobacterium, Veillonella*  
*Propionibacterium, Thiomonas*  
*Granulicatella, Leptotrichia*  
*Pseudoramibacter, Lactobacillus*

**Oral mucosa**  
*Rothia mucilaginosa*  
*Streptococcus salivarius*  
*Eubacterium strain FTB41*

**Oral Bacteria  
Microbiome**

**Dental plaque**  
*Firmicutes*  
*Actinobacteria*

**Saliva**  
*Actinobacteria*  
*Bacteroides*  
*Firmicutes*  
*TM7*  
*Proteobacteria*  
*Fusobacteria*  
*Spirochaetes*

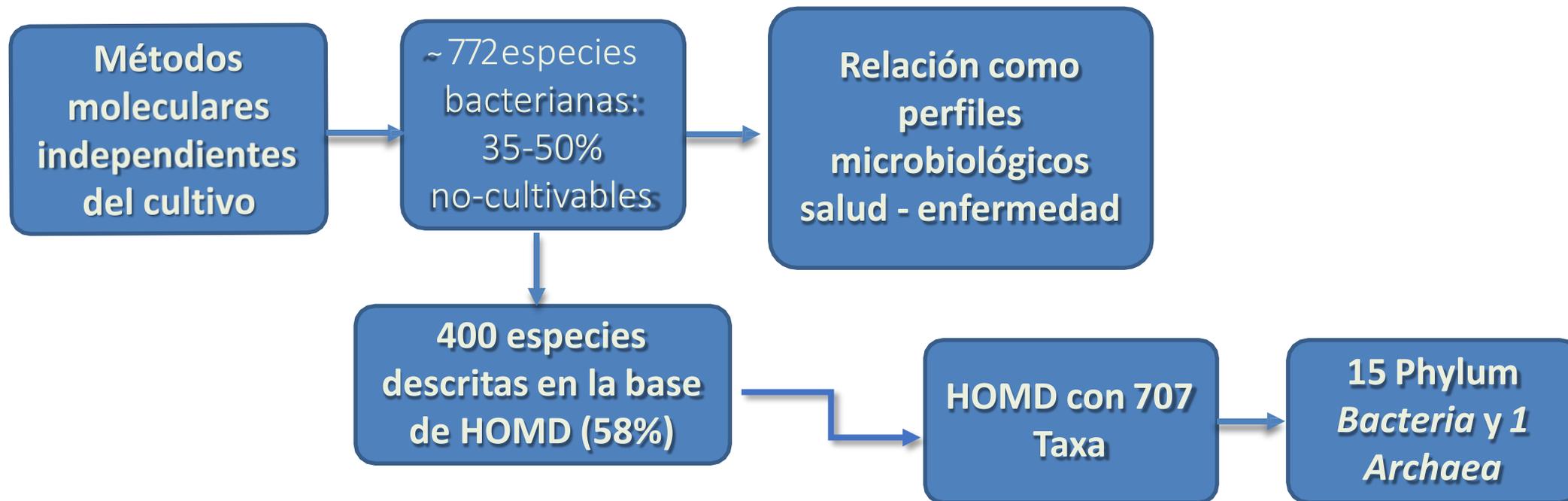
**Microbioma de bacterias bucales y bacterias bucales relacionadas con enfermedades bucales**

- La cavidad oral alberga la segunda microbiota más abundante después del tracto gastrointestinal.
- Existen análisis en modelos animales y humanos (HOM) que establecen la relación entre la microbiota oral y la intestinal, también con 60% de similitud en el eje oral-intestinal. Altiivables, junto con secuencias genómicas completas de 482 taxones.
- Se ha determinado la presencia de ADN de periodontopatógenos en muestras de heces, lo cual
- El 100% del ADN de microorganismos provenientes de la cavidad oral son resistentes al medio ácido del estómago. *Firmicutes, Proteobacteria, Fusobacteria, Bacteroidetes* y *Spirochaetes*, que constituyen el 96% del total de las bacterias orales, que influyen directamente en la salud humana,
- Se ha encontrado que *P. gingivalis* predispone a un cambio en la proporción entre Firmicutes y Bacteroidetes en el microbioma intestinal. (Ufnal M, 2017).
- Alteración de flora oral ha sido observada en diferentes enfermedades como, diabetes, bacteriemia, endocarditis, cancer, enfermedades autoinmunes y nacimientos pretermino. (Verma D, 2018)



# HOMD

Human Oral Microbiome Database

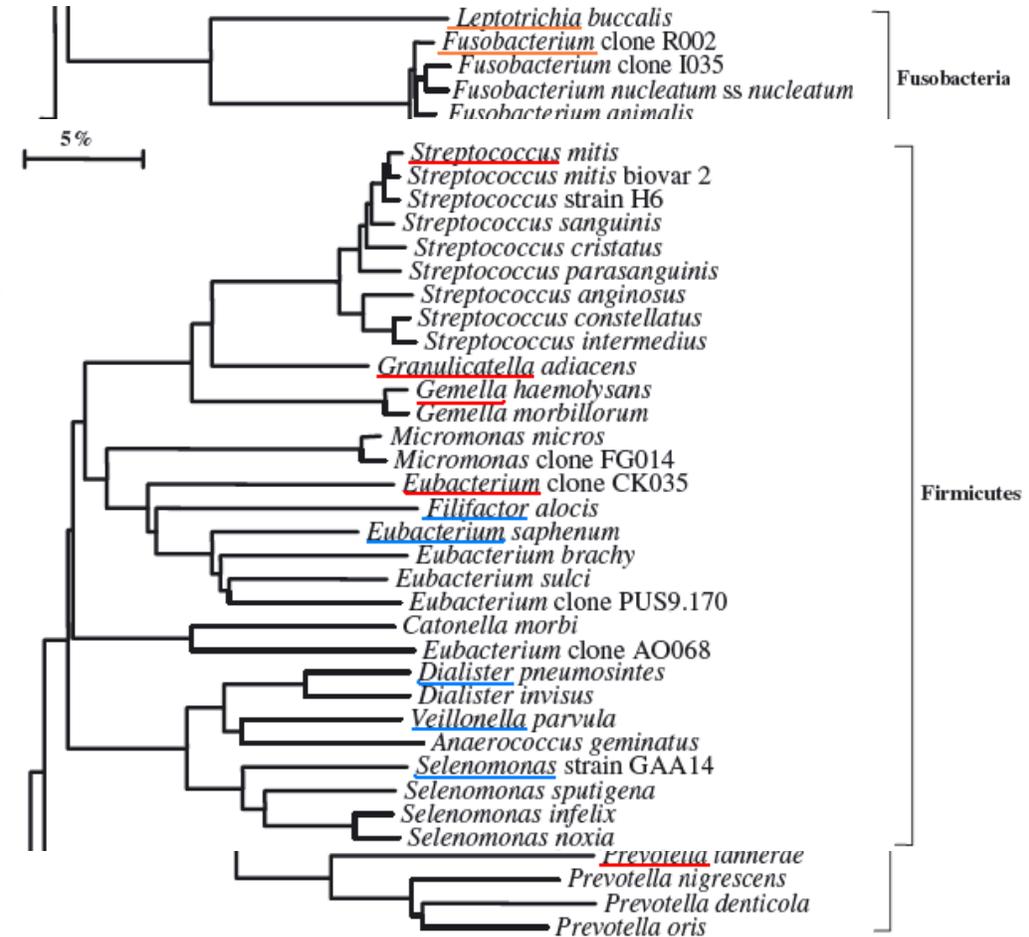


**Aporta a la comunidad científica información exhaustiva de géneros y especies bacterianas cultivables y no cultivables de la cavidad oral, así como su relación con el proceso de salud – enfermedad y con infecciones de tipo endógena.**

# Filogenia de especies de la cavidad oral

TABLE 1. Phylogenetic distribution of 619 taxa in HOMD version 10

Phylum	No. (%) of:			
	Taxa <sup>a</sup>	Named species <sup>b</sup>	Unnamed cultivated taxa <sup>c</sup>	Unnamed uncultivated taxa <sup>d</sup>
<i>Bacteria</i>				
<i>Firmicutes</i>	227 (36.7)	120 (52.9)	45 (19.8)	62 (27.3)
<i>Bacteroidetes</i>	107 (17.3)	39 (36.4)	27 (25.2)	41 (38.3)
<i>Proteobacteria</i>	106 (17.1)	70 (66.0)	9 (8.5)	27 (25.5)
<i>Actinobacteria</i>	72 (11.6)	37 (51.4)	25 (34.7)	10 (13.9)
<i>Spirochaetes</i>	49 (7.9)	11 (22.4)	3 (6.1)	35 (71.4)
<i>Fusobacteria</i>	32 (5.2)	12 (37.5)	4 (12.5)	16 (50.0)
TM7	12 (1.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	12 (100.0)
<i>Synergistetes</i>	10 (1.6)	2 (20.0)	0 (0.0)	8 (80.0)
<i>Chlamydiae</i>	1 (0.2)	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
<i>Chloroflexi</i>	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)
SR1	1 (0.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (100.0)
<i>Archaea</i>				
<i>Euryarchaeota</i>	1 (0.2)	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
<b>Total</b>	<b>619 (100)</b>	<b>293 (47.3)</b>	<b>113 (18.3)</b>	<b>213 (34.4)</b>



En un estado de normalidad o «eubiosis» se identifican cinco tipos de phyla predominantes que colonizan el cuerpo humano y específicamente, la cavidad oral:

- Firmicutes
- Bacteroidetes
- Proteobacteria
- Fusobacteria
- Actinobacteria

Se ha determinado que estos microorganismos se presentan de forma simbiótica o antagónica considerando el tipo de especie referida, siendo así que su alteración genera un estado de enfermedad en el hospedero. (Moon JH & Lee JH. 2016)

Los principales componentes del microbioma oral incluyen bacterias como:

- *Streptococcus gordonii*
- *Porphyromonas gingivalis*
- *Streptococcus mutans*
- *Streptococcus mitis*

Hongos como:

- Candida*
- Cladosporium*
- Aspergillus*
- Cryptococcus*

Protozoos como:

- *Entamoeba gingivalis*
- *Trichomonas tenax*

Pueden colonizar superficies  biopelículas microbianas en el lado dorsal de la lengua, la mucosa bucal, los dientes y las superficies gingivales.

La colonización por bacterias es ordenada y secuencial. Inicialmente la placa es rica en comensales como estreptococos y actinomicetos, los cambios poblacionales dan como resultados poblaciones mayores de Gram negativos potencialmente patógenos como *P. gingivalis*, *A. actinomicetemcomitans* y *T. dentícola*. (Lamont, 2015)



A

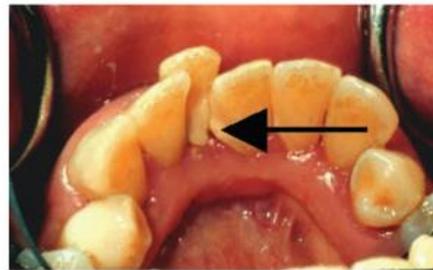


A

El descuido de la salud oral resulta costoso y no está al alcance de todas las comunidades. Si bien, la caries dental es una enfermedad que se produce por una combinación de factores, en primer lugar, el factor económico, y en segundo, la presencia de *Streptococcus mutans*, siendo el más importante, por lo que se requiere opciones terapéuticas de origen natural. (Sin et al,2021)



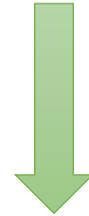
A



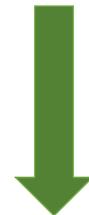
A



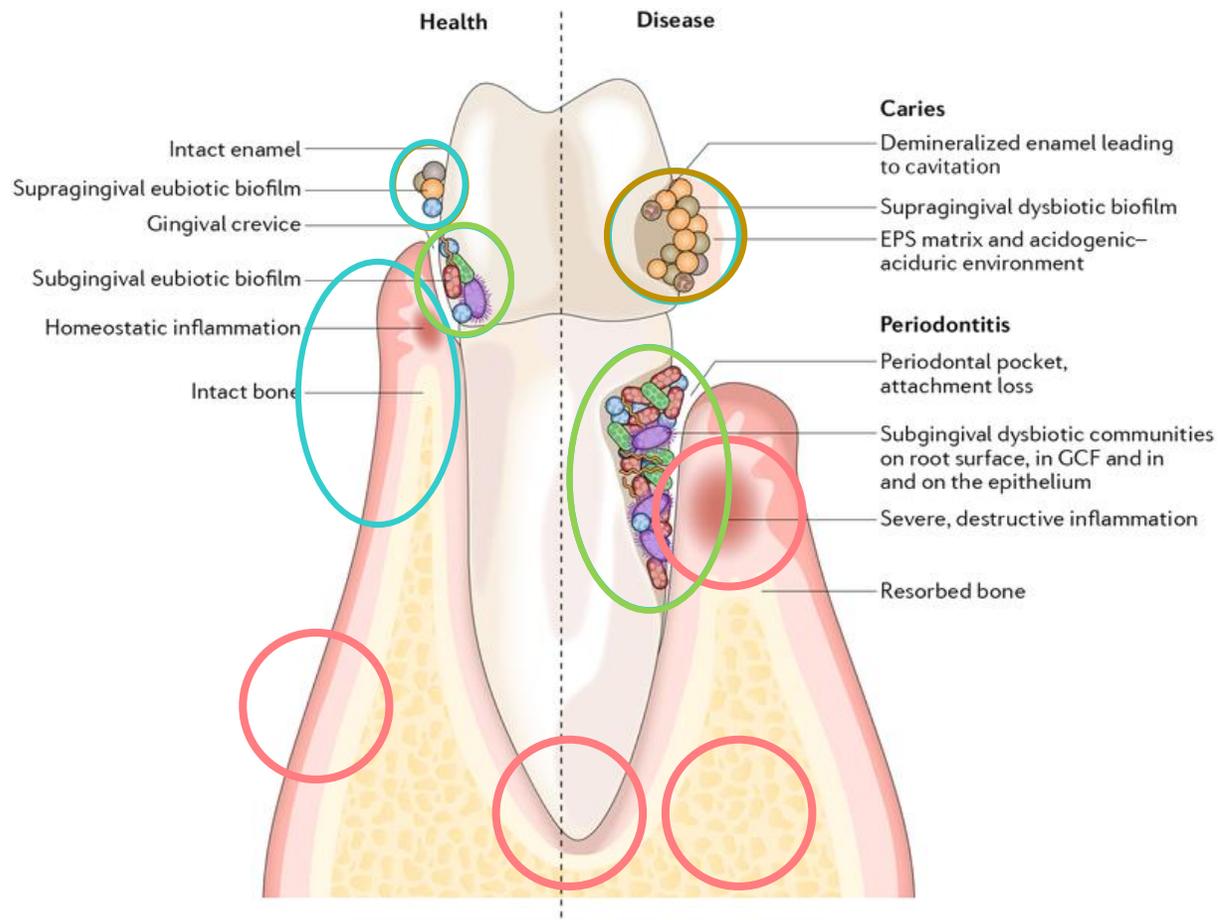
Alteración de la microbiota del hospedero  
«disbiosis»,



Endotoxemia leve y persistente



Los microorganismos patógenos y sus productos tienen la capacidad de entrar a circulación y generar una respuesta inflamatoria sistémica.



Lamont RJ, Koo H, Hajishengallis G. The oral microbiota: dynamic communities and host interactions. Nat Rev Microbiol. 2018

Colonización microbiana en todas las superficies disponibles.

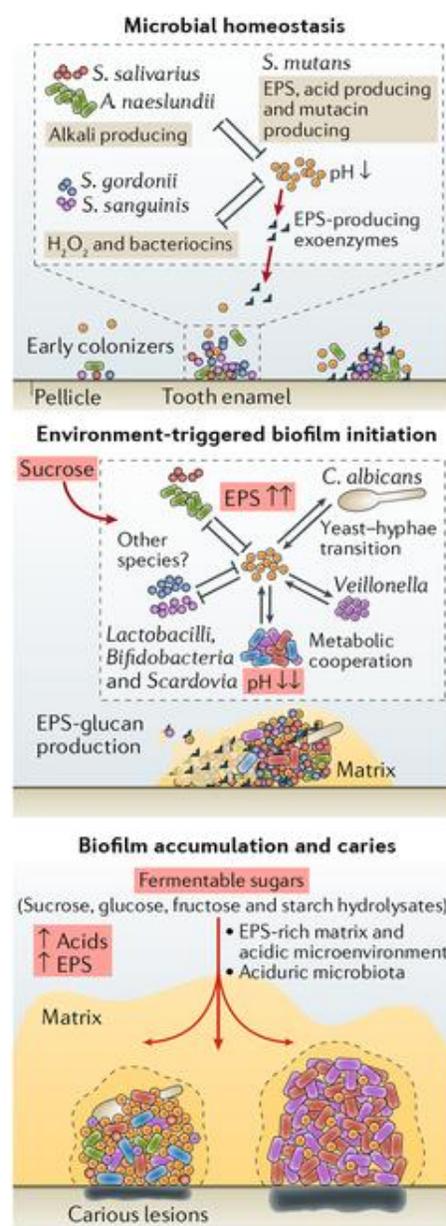
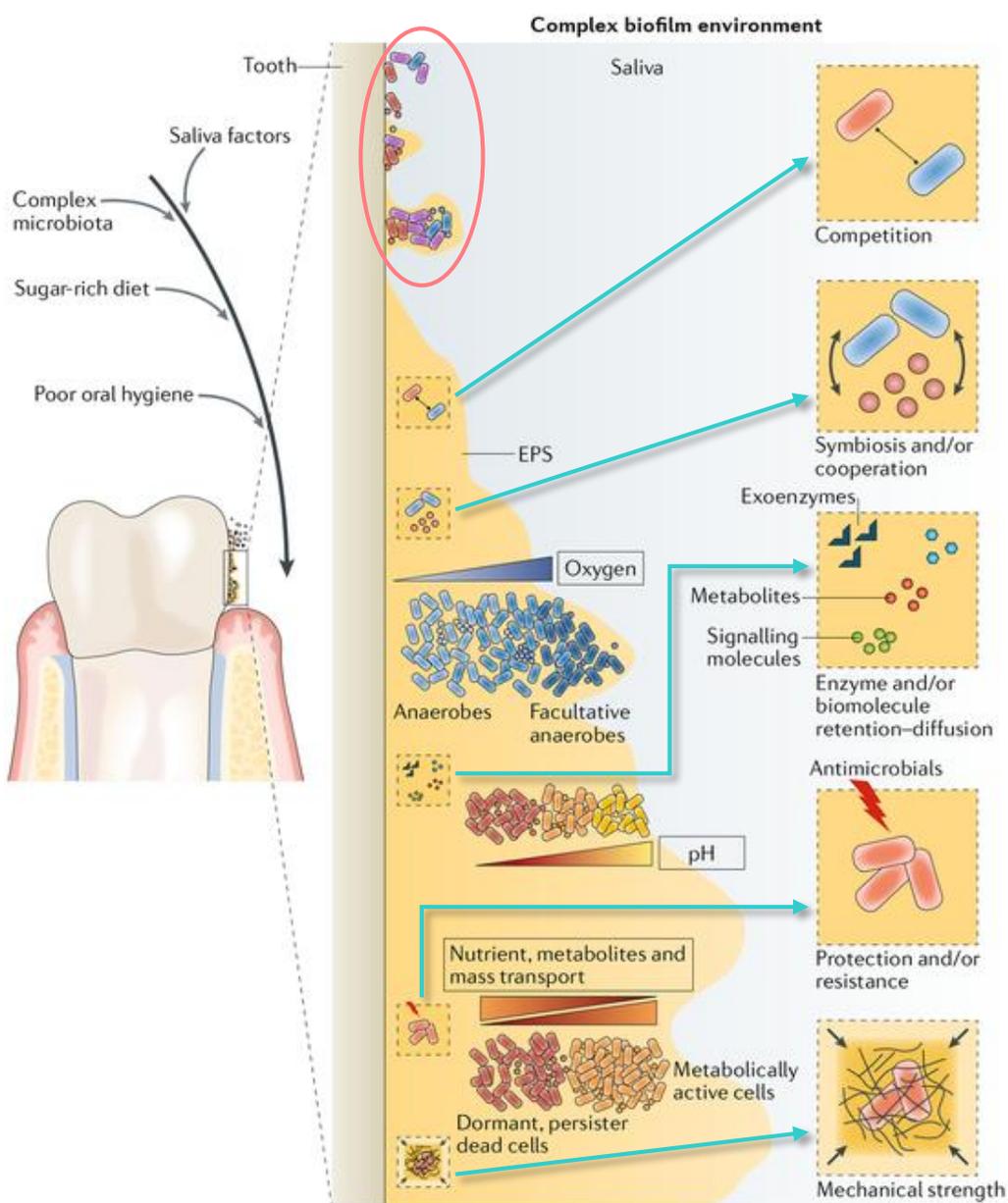
Los microorganismos pueden penetrar en los tejidos y células epiteliales.

La microbiota se ensambla en comunidades de biopelículas en las superficies bióticas y abióticas.

En la salud, las biopelículas mantienen un equilibrio homeostático con el huésped.

En la enfermedad, la caries y la periodontitis se producen cuando las biopelículas se vuelven disbióticas, lo que aumenta los niveles y la duración del desafío de pH bajo y la inducción de respuestas inflamatorias destructivas, respectivamente.

**Biogeografía de la colonización de la microbiota bucal en los diversos hábitats de la cavidad bucal.**  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6278837/>

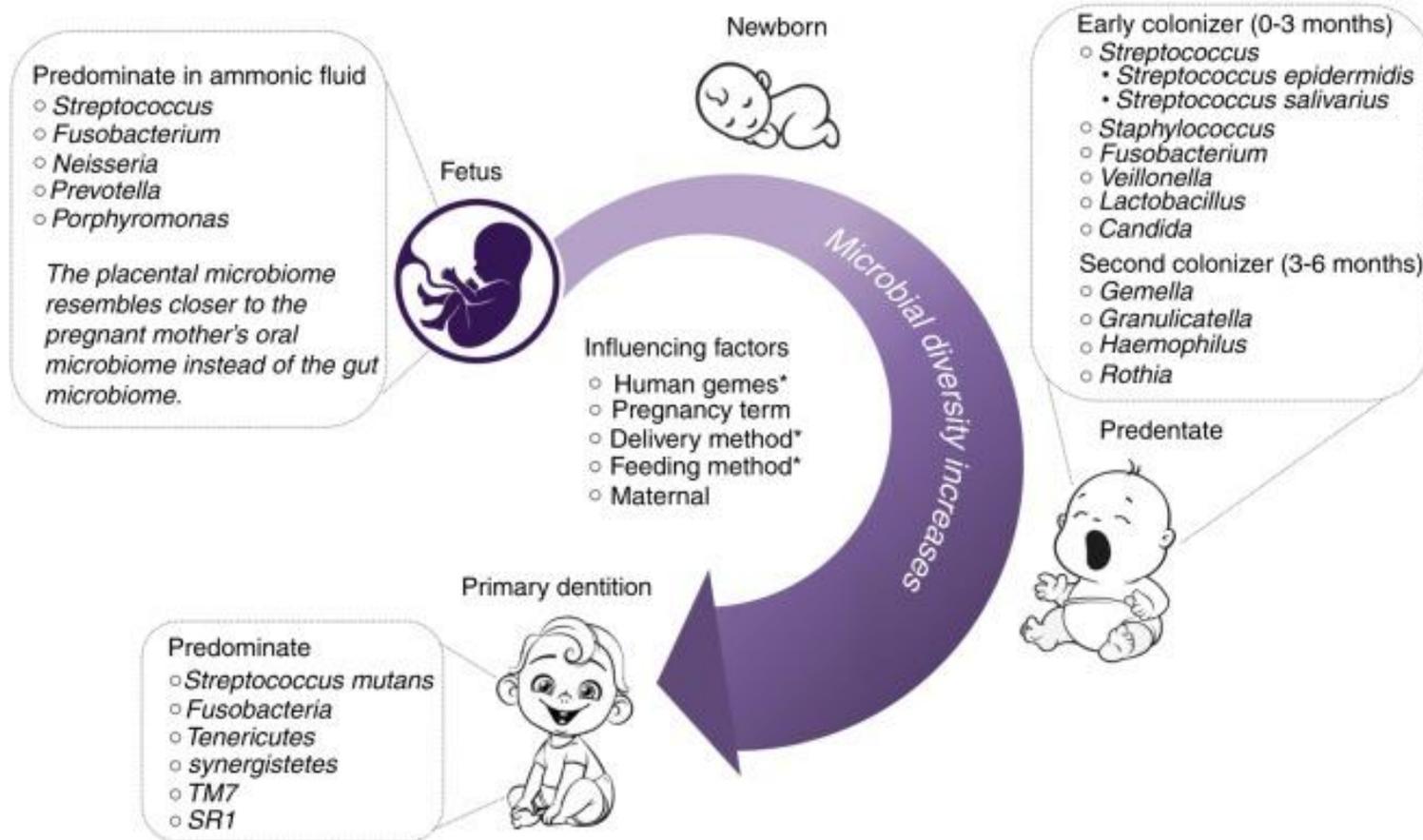


Los microorganismos pueden interactuar física y metabólicamente para determinar la comunidad de biopelícula inicial. La matriz puede atrapar o secuestrar sustancias que, en combinación con las propiedades modificadoras de la dieta, pueden generar una variedad de microambientes químicos y protectores. Pueden ocurrir interacciones antagónicas y cooperativas que cambian según la dieta, la disfunción salival, la exposición al fluoruro y la higiene bucal.

A medida que se acumula biopelícula, el microambiente también se vuelve progresivamente anaeróbico (hipóxico). La sacarosa de la dieta proporciona un sustrato para la producción de polisacáridos extracelulares y la síntesis de ácidos orgánicos por parte de microorganismos acidogénicos. Si no se elimina la biopelícula, persiste el pH bajo en la interfaz diente-biopelícula que desplaza el equilibrio de mineralización y remineralización andamaje multifuncional para la pérdida mineral del esmalte dental y desarrollando lesión cariosa. La matriz extracelular proporciona un ambiente espacial, coherente y mecánico e interacciones interbacterianas.

**Interacciones dieta - microbiota desencadenan ensamblaje de microambiente de biopelícula cariogénico.**

## Oral microbiome development in early childhood and influencing factors



### \* Human genes (influencing factor)

- One locus on chromosome 7 near gene IMMPL2
- One locus on chromosome 12 near gene INHBA-AS1
- Gene STAT3

### \* Delivery mode (influencing factor)

- Vaginal birth: predominantly *Lactobacillus*, *Prevotella*, *Bacteroids*, *TM7*, and *Sneathia spp*
- C-section: predominantly *Staphylococcus*, *Corynebacterium*, *Slackia*, *Veillonella* and *Propionibacterium, spp*

- La salud de cada órgano se sustenta en la salud del individuo, la que a su vez se sustenta en la salud de la familia y esta en la salud de la comunidad.
- La ecología de la boca trata con interacciones confinadas a la cavidad bucal, pero con consecuencias más allá de ella.
- La microbiología de la cavidad bucal es en sí misma un sistema ecológico de gran complejidad, con interacciones que van más allá de lo que se puede deducir de la suma de las características microbianas individuales.

## **La ecología bucal permite conocer:**

- La abundancia relativa y la distribución de cada especie: cuantos hay y donde viven
- Cómo se usan los recursos disponibles: nutrientes y factores ambientales
- Las modificaciones que impone en su ambiente: desechos metabólicos y reacciones del hospedero susceptible

- A lo largo del tiempo ocurren cambios en la estructura de la comunidad y del medio ambiente de un ecosistema
- Los cambios alteran al ecosistema y las especies se reemplazan:

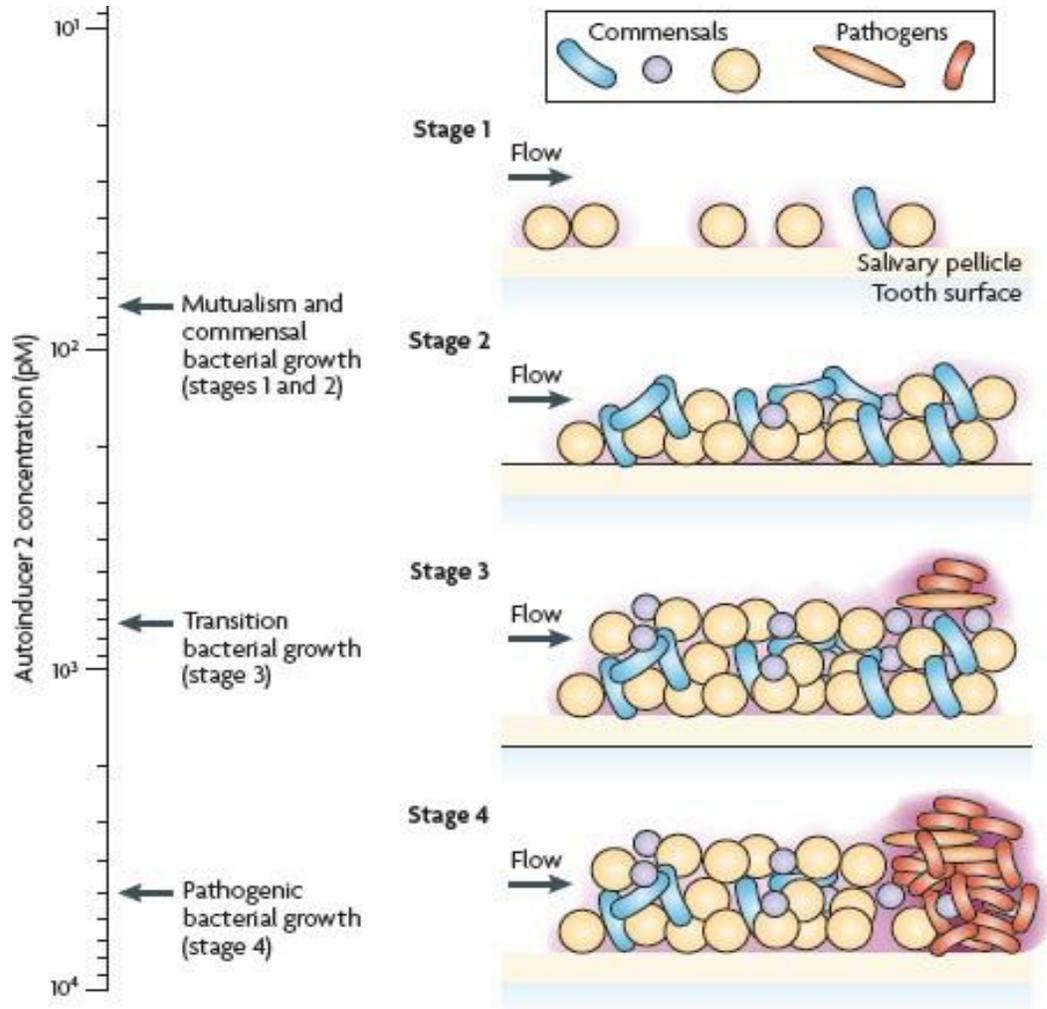
## Sucesiones ecológicas

**Sucesión primaria:** ambiente sin comunidad previa:  
colonizadores primarios (especies pioneras)

**Sucesiones secundarias:** ocurren después de un cambio ambiental externo o producido por la comunidad anterior

**Comunidad climax:** punto final de la sucesión: comunidad relativamente estable en el tiempo y auto-sustentada

# Sucesiones microbiana: Biofilm maduro



**Colonizadores Primarios**



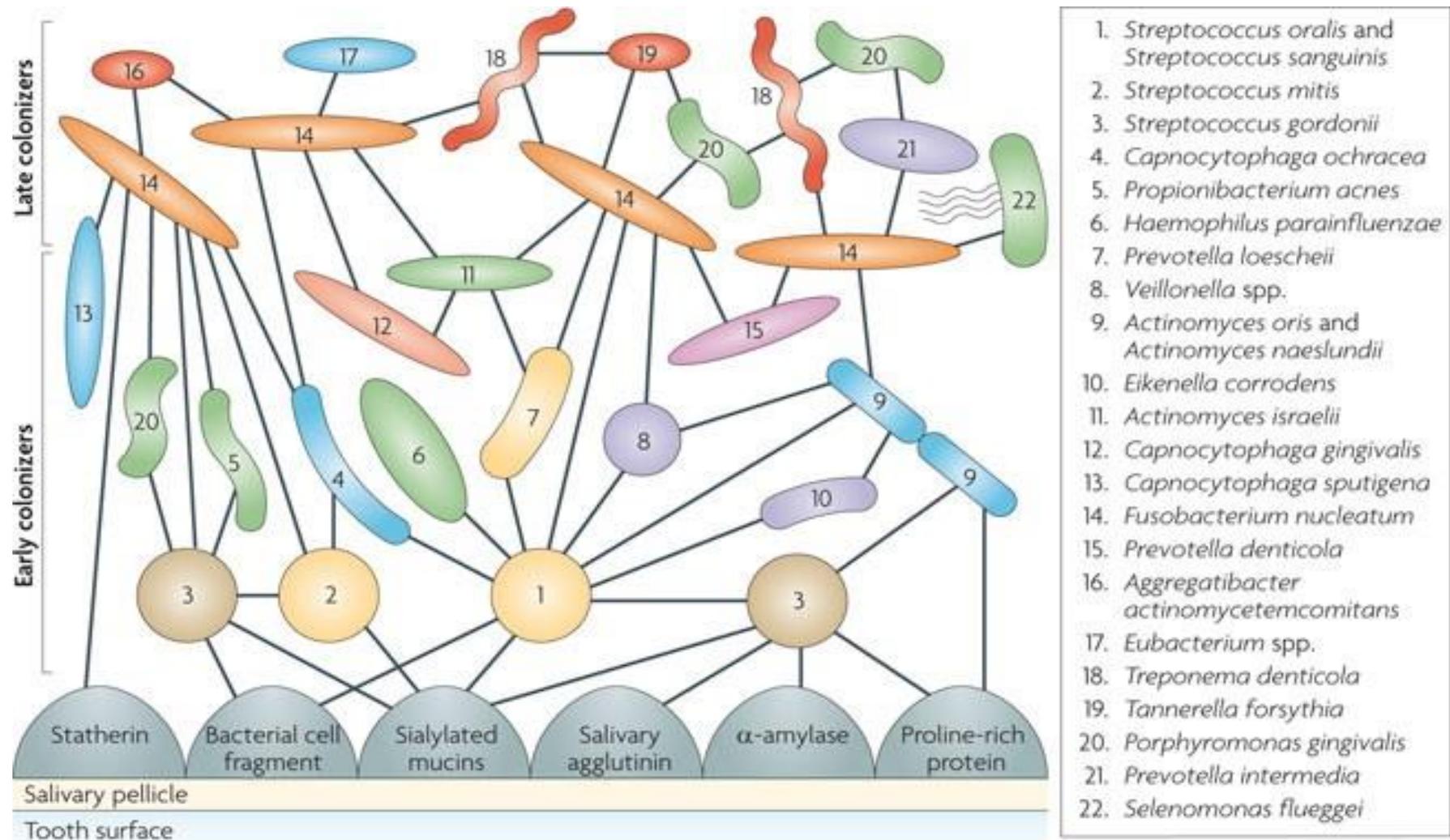
**Colonizadores Secundarios**



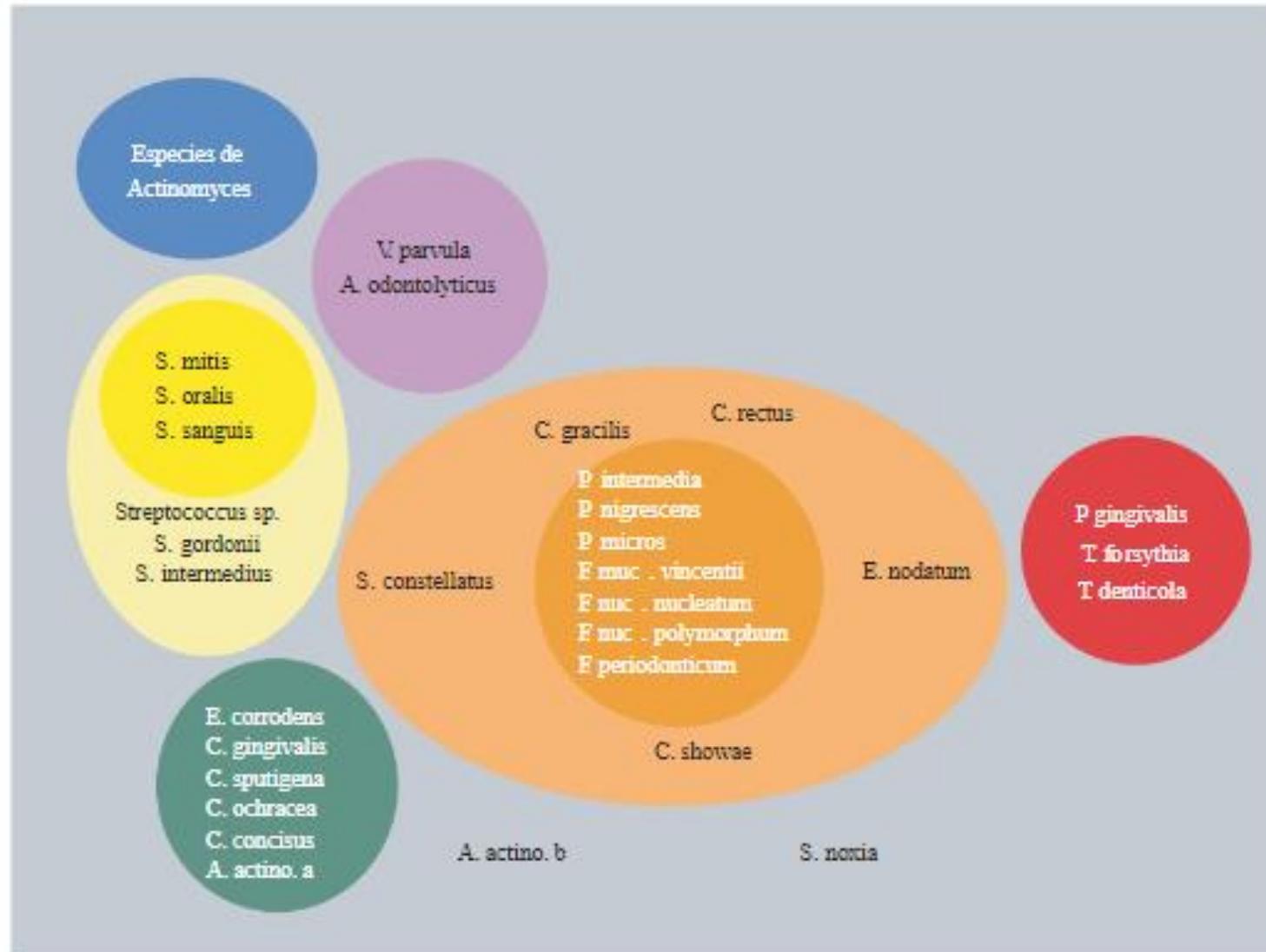
**Colonizadores Tardíos**



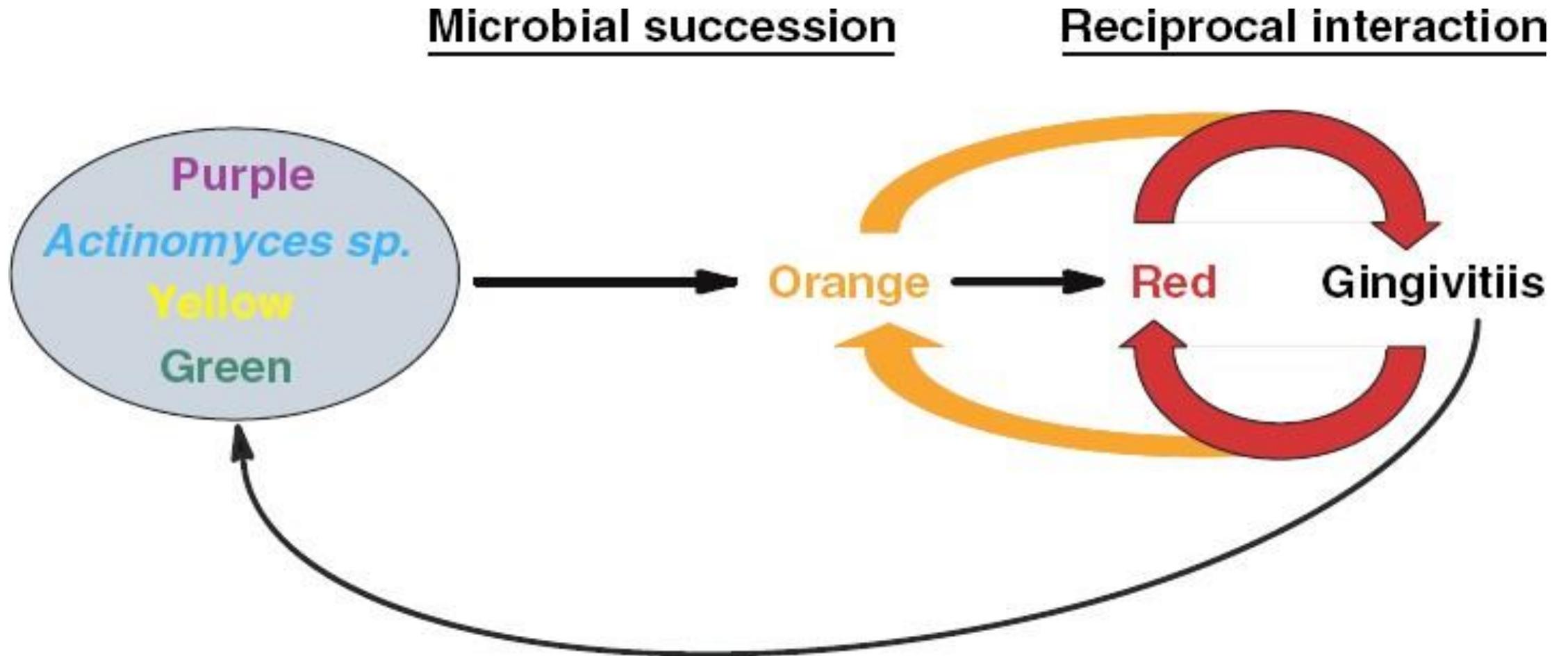
**Comunidad climax: biofilms**



# Complejos Microbianos en la Microbiota Bucal



# Sucesiones microbiana en tejidos bucales



# Factores del Hospedero que regulan la Microbiota Bucal

- Descamación epitelial
- Flujo salival (deglución)
- Proteínas salivales: adherencia y coagregación e inhibición
- Flujo crevicular
- Edad
- Estado de salud general
- Estado Inmunitario
- Factores exógenos: dieta, hábitos, medicamentos, restauraciones, profilaxis dental

Actualmente se considera que los agentes etiológicos de las enfermedades bucales, en general, se encuentran entre los miembros constituyentes de la microbiota bucal, cuya proporción dentro de ella cambie debido a:

- Causas locales: traumatismos, cuerpos extraños
- Causas generales: alteraciones o enfermedades sistémicas, inmunosupresión, predisposición genética
- Causa exógenas: tabaquismo, alcohol, irritantes, quemaduras, etc.

- Cambios ambientales, tales como tensión de Oxígeno, disponibilidad de nutrientes.
- Perturbaciones externas: cepillado y acciones odontológicas profesionales
- Sinergismo o antagonismo microbiano, y
- Acción del Sistema Inmune del hospedero

- En 1876, **Robert Koch** estableció que las enfermedades infecciosas son causadas por microbios: **Postulados de Koch**
- Se pensó que los microbios eran los agresores primarios y que el resultado de su presencia siempre era uno  enfermedad.
- Al mismo tiempo, **Ilya Mechnikov**, reconoció que los microbios también podían tener efectos benéficos para la salud: propuso que las bacterias del ácido láctico podían prolongar la vida.

- Nueva información sobre los atributos de los microbios y de sus hospederos condujo a comprender que la interacción de un microbio con su hospedero no siempre resultaba en enfermedad: **no se cumplían postulados de Koch**
- Necesidad de introducir nuevos conceptos y términos para explicar interacciones Hospedero-Microbio en que no se cumplen:
  - Que un microbio, presente en o sobre los tejidos del hospedero, no siempre cause enfermedad
  - Que sólo ciertos hospederos se enferman.
- Consenso actual: la patogénesis microbiana refleja una interacción entre dos entidades, **hospedero y microbio**.

- Las interacciones hospedero – microbio son tan diversas como los organismos involucrados:
- Pueden ser accidentales u obligatorias
- Pueden resultar en asociaciones temporales o persistentes
- Pueden involucrar respuestas celulares y moleculares, débiles o intensas.
- En cualquier caso, el resultado para el hospedero es: **salud o enfermedad**.

# Postulados de Koch

En 1876, cuando se aceptó la teoría germinal de las enfermedades infecciosas, se consideró que un microorganismo era patógeno si cumplía los Postulados de Koch:

1. El mismo patógeno debe estar presente en todos los casos en que se produzca la enfermedad, y ausente en sanos.
2. Debe ser aislado en cultivo puro a partir de muestras clínicas del hospedero enfermo.
3. El microbio aislado debe reproducir la enfermedad en un hospedero susceptible sano.
4. El agente recuperado de este debe ser idéntico al original.

# Actualmente está claro que:

1. Aunque hay muchos microbios, la mayoría de las enfermedades infecciosas humanas son producidas por unos pocos.
2. Algunos microbios son clasificados como patógenos aunque no causan enfermedad en todos los hospederos.
3. Algunos microbios clasificados como no-patógenos, causan enfermedad en hospederos.

4. Los individuos normales albergan en su boca, intestino y piel, grandes cantidades de microbios que no causan enfermedad  introducir cambios en la terminología para acomodar las nuevas ideas e información.
5. La patogenicidad no es una característica estable o invariante de la mayoría de los microorganismos, y la adquisición de un microorganismo patógeno no necesariamente causa enfermedad.

## Postulados de Koch modificados

# Existen patógenos bucales “verdaderos” ?

- Concepto clásico de patógeno:
  - Normalmente ausente
  - Posee “factores de virulencia”
    - Daño directo (e.g. toxinas)
- Induce daño activando la respuesta immune

# Patógenos bucales no siguen este modelo:

- Normalmente están presentes toda la vida
- Daño requiere su presencia en grandes cantidades.

## Concepto ecológico de enfermedad infecciosa bucal:

- Cambio ecológico: cambio de proporciones
- Equilibrio cambia en favor del patógeno/enfermedad



“La comprensión de la salud (eubiosis) y de la enfermedad (disbiosis) de la cavidad bucal, se puede facilitar enfocándose no sólo en la importancia de cada factor individual, sino en el todo”

**Eriksen HM y Dimitrov V. Ecology of oral health: a complexity perspective  
*European Journal Of Oral Sciences* , 111(4): 285, 2003**