

ISSN 2346 - 9307



**kopein**<sup>®</sup>

---

La justicia en manos de la ciencia

**XX**

Revista de Criminalística y Ciencias Forenses  
Año VII · N° 20  
2019



“Skopein”, “La Justicia en Manos de la Ciencia” y logotipo inscriptos en registro de marcas, acta N° 3.323.690 (INPI)

Cod. registro SafeCreative:  
Pendiente

**N° de Edición**

Año VII, N° 20,  
2019

Edición Gratuita

ISSN  
2346-9307

Copyright© Revista Skopein® - e-ISSN 2346-9307  
Año VII, Número 20, 2019.

## AVISO LEGAL

Skopein® es una revista de difusión gratuita en su formato digital, sin fines de lucro, destinada al público hispanoparlante de todas partes del mundo, ofreciéndoles a estudiantes, graduados y profesionales, un espacio para publicar sus artículos científicos y divulgativos, con su respectivo registro digital de propiedad intelectual, detallado en el siguiente apartado. Por lo tanto, la revista no se hace responsable de las opiniones y comentarios que los lectores expresen en nuestros distintos medios, ni de las opiniones y comentarios de los colaboradores que publican dentro de la misma, y en ningún caso representando nuestra opinión, ya que la misma sólo se verá reflejada dentro de las notas de la Editorial.

El equipo revisa el contenido de los artículos publicados para minimizar el plagio. No obstante, los recursos que manejamos son limitados, por lo que pueden existir fallas en el proceso de búsqueda. Si reconoce citas no señaladas de la manera debida comuníquese con nosotros desde la sección de contacto, o envíenos un e-mail a [info@skopein.org](mailto:info@skopein.org)

## Registro de propiedad Intelectual

Tanto el proyecto, como el sitio donde se hospeda, logo e imágenes y todos los artículos, notas y columnas de opinión que publica cada número de la revista, están protegidos por el Registro de Propiedad Intelectual de SafeCreative y CreativeCommons bajo las licencias Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 3.0 Unported a nivel Internacional, y la licencia Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 2.5 en Argentina.

Todos los artículos poseen sus propios códigos de registro con dichas licencias, por lo tanto, el usuario común tiene permiso de copiar y distribuir el contenido de los mismos siempre y cuando realice el debido reconocimiento explícito de la autoría y no realice modificaciones en obras derivadas, ni lo utilice para hacer uso comercial.



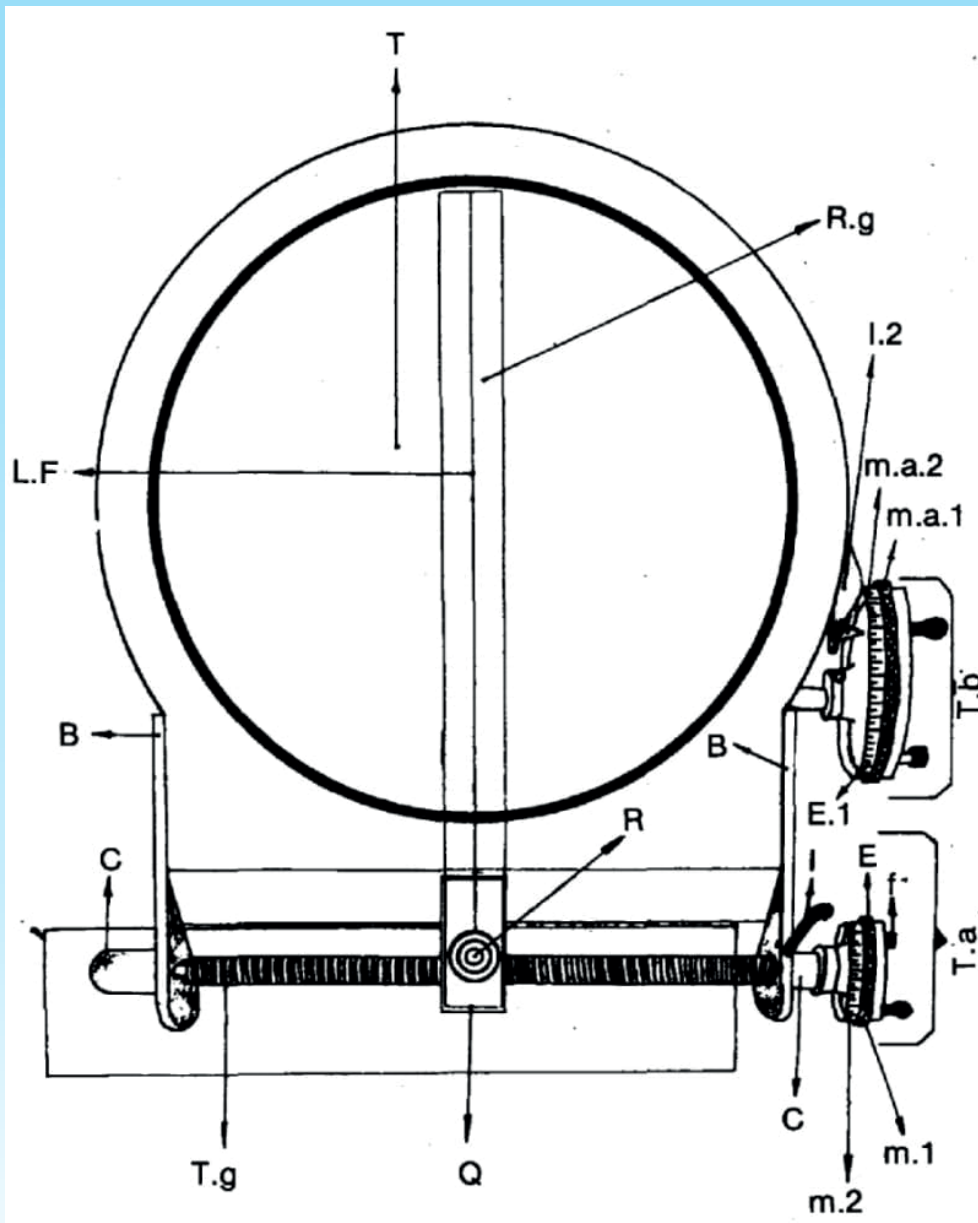


Para publicar en Skopein, realizar  
consultas y sugerencias:

info@skopein.org



# Scopómetro



Herramienta utilizada por la división de Scopometría de PFA a mediados del siglo XX para el estudio de escritos mecanográficos. (Alegretti, J. C. "Escrituras Manuales y Mecánicas" Ed. La Rocca. 2007).

## DIRECTORES

Diego A. Alvarez  
Carlos M. Diribarne

## AUTORES EN ESTE NÚMERO

Leticia Povilauskas  
Atilio Nasti  
Milena V. Cometto Tamagone  
Pedro Feito Hernández  
Agostina Miquelarena  
J. R. Fernández Almeida  
G. Enríquez Burbano  
Caleb S. Medina  
Luis Carlos Gómez

## DISEÑO DEL SITIO

Diego A. Alvarez

## DISEÑO Y EDICIÓN DE REVISTA

Carlos M. Diribarne

## DISEÑO DE LOGO

Diego A. Alvarez

## POSICIONAMIENTO Y DIFUSIÓN

Diego A. Alvarez

# Nota Editorial

Nos es grato hacerles llegar nuevamente un número de Revista Skopein, con publicaciones de diversos países, difundiendo los conocimientos generados por autores de habla hispana, sobre Criminalística y Ciencias Forenses.

Como es evidente, la regularidad habitual con la que hemos publicado se ha visto afectada, y por esto, consideramos importante manifestar que Skopein es una publicación que se ha mantenido gratuita durante 7 años, y que por este motivo, un nuevo lanzamiento está directamente relacionado con el tiempo y recursos de las personas que la realizamos.

En base a la situación descrita, queremos informarles que no podremos asegurar a ciencia exacta cuándo se publicará el próximo número. Sin embargo, nos hemos comprometido a publicar como mínimo un número por año, que contengan todos los artículos postulados y aprobados durante ese período.

El contenido del presente número refleja esta decisión: podrán visualizar que la misma contiene todos los artículos remitidos durante el tiempo transcurrido desde la última publicación, y aprobados por nuestro equipo, y por esto la extensión de la revista es mayor en esta ocasión.

Queremos agradecer a los autores de este número, por haber tenido paciencia con respecto a novedades de los artículos remitidos, y valorar la comprensión y predisposición de los mismos respecto de la situación comentada.

También agradecer a nuestros lectores, quienes respondieron positivamente ante la noticia de la publicación del presente número, y que nos inspiran a continuar realizando Revista Skopein. ¡Muchas gracias!



# Contenido 2019



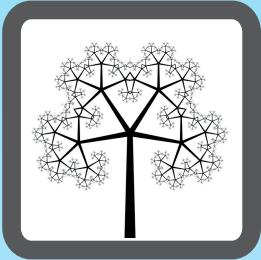
## Análisis Palinológico

como Evidencia Forense en el Río Paraná,  
Provincia de Santa Fé, Argentina

Por: Leticia Povilauskas.

Pág.

6



## Análisis de Textura de Imágenes Digitales Mediante Algoritmos y Geometría Fractal

Aportes a la criminalística en la identificación de micro  
huellas de elementos filosos sobre la superficie de huesos

Por: Atilio Nasti.

Pág.

14

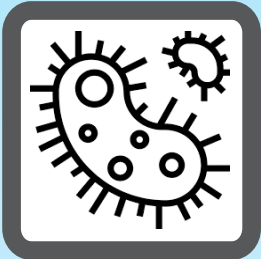


## Dreyfus y los Expertos en Escrituras

Por: Pedro Feito Hernández.

Pág.

26

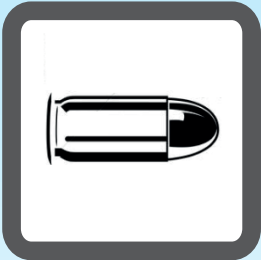


## Estudio de la Microbiota Normal de la Piel como Método de Individualización Forense

Por: Milena V. Cometto Tamagone.

Pág.

38



## Las Implicancias de los Elastómeros en la Balística Forense

Por: Agustina Miquelarena.

Pág.

46



## La Obligatoriedad del Peritaje Antropológico

en Todos los Casos Penales que Involucren  
Nacionalidades Indígenas en el Ecuador

Por: J. R. Fernández Almeida & G. Enríquez Burbano.

Pág.

58



## Detección de la Mentira y Credibilidad del Testimonio:

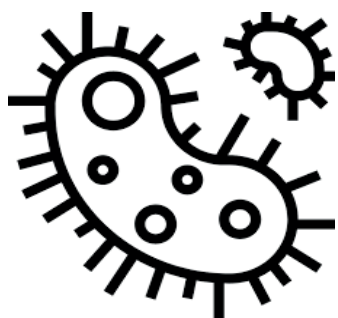
una Revisión Histórica hasta la Actualidad de Técnicas,  
Instrumentos Y Protocolos más Utilizados

Por: Caleb S. Medina & Luis Carlos Gómez

Pág.

70





# Estudio de la Microbiota Normal de la Piel como Método de Individualización Forense

Milena Vanina Cometto Tamagone\*  
milenacometto@gmail.com



## Abstract

Los adelantos de la ciencia y la tecnología han permitido que en la investigación criminalística puedan utilizarse otras disciplinas. Recientemente se han estado realizando investigaciones y experimentos en la Universidad de Colorado, Boulder, utilizando un método que permite comparar las bacterias que dejamos en las superficies con muestras extraídas de un sospechoso. La investigación fue dirigida por el Dr. Noah Fierer, profesor de Ecología y Biología evolutiva de la citada universidad. La importancia de este trabajo es reunir esos experimentos, analizarlos en su conjunto y crear un protocolo específico que logre la individualización de un sospechoso a partir de muestras bacterianas recolectadas en una escena y compararlas con muestras bacterianas tomadas de las palmas de las manos del sospechoso.

## INTRODUCCIÓN

En la Criminalística existe una multiplicidad de métodos de identificación humana. Los adelantos científicos y tecnológicos permiten no sólo realizar investigaciones en todos los ámbitos, sino que ante el incremento de hechos delictivos en donde los victimarios dejan cada vez menos evidencias, se hace necesario buscar y desarrollar nuevas formas de abordar los delitos.

Desde hace varios años la Bacteriología viene adquiriendo fuerza e identidad en cuanto a la gran cantidad de estudios y experimentos realizados. En este sentido (y en el cual se basó mi trabajo) un grupo de especialistas lograron realizar una identificación forense utilizando las bacterias de la piel de las manos.

## VARIABILIDAD DE LA MICROBIOTA DE LAS PALMAS DE LAS MANOS

“La microbiota cutánea de las manos presenta una variabilidad especial pues posee más de 150 especies distintas. La superficie de la palma tiene un gran número de taxones infrecuentes, que pueden ser microbiota bacteriana transitoria o residente.

El uso de las manos tiene una gran

influencia en las colonias bacterianas. La mano dominante de distintos individuos tiene similares niveles de diversidad microbiana, al igual que las manos no dominantes entre sí. Sin embargo, las colonias bacterianas en la mano dominante y la no dominante de un mismo individuo son significativamente diferentes; comparten sólo el 17% de sus filotipos.

También hay mayor diversidad especies en las manos de las mujeres comparadas con las de los hombres.

La mayor diversidad de especies en las mujeres se explica por las diferencias en el pH, la producción de sudor y sebo, aplicación de cremas hidratantes o el uso de cosméticos, así como el grosor de la piel y la producción de hormonas”<sup>1</sup>.

## MÉTODOS Y EXPERIMENTOS

“Para los métodos de estudio se utilizó la secuenciación de ARN16, presente en todas las bacterias actuales. Su estructura y función han permanecido constantes durante un tiempo muy prolongado y su tamaño relativamente largo minimiza las fluctuaciones estadísticas”<sup>2</sup>.

“Por otra parte, se realizan 4 procedimientos<sup>3</sup>:

1. Hisopados en la escena del hecho y en las palmas de las manos de los

\* Técnica Superior en Papiloscopía, IS CET, Córdoba, Argentina. Licenciada en Criminalística, Universidad de Morón (sede Córdoba), Córdoba, Argentina.

<sup>1</sup> Luz Angélica Patiño, Camilo Andrés Morales, 2013, págs. 147-158

<sup>2</sup> Rodicio M.R, Mendoza M.C, 2004, págs. 238-245

<sup>3</sup> Noah Fierer, Christian L. Lauber, Nick Zhou, Daniel McDonald, Elizabeth K. Costello, Rob Knigh, 2016, págs. 6477-6481

sospechosos

2. Conservación de las muestras extraídas

3. PCR

4. Pirosecuenciación”

Experimentos<sup>4</sup>

a- Experimento 1

Se tomaron muestras de las teclas individuales de tres teclados de computadoras personales (de 25 a 30 teclas) y la piel en la superficie distal de cada yema del dedo de los usuarios propietarios. Los tres individuos estaban sanos en el momento del muestreo, no habían tomado antibióticos al menos 6 meses antes del mismo y tenían entre 20 y 35 años. Dos de estos individuos compartían la misma oficina.

Las muestras fueron tomadas a los 10 minutos una de la otra. Los teclados dejaron de usarse 30 minutos antes del muestreo y se encontraban a temperatura ambiente.

Toda la superficie expuesta fue frotada suavemente durante 10 segundos con un hisopo de algodón pre-humedecido con solución estéril.

Para comparar las poblaciones bacterianas en estos teclados de otros teclados diferentes, se tomaron muestras de la barra espaciadora de otros 15 teclados de computadoras privadas situadas en el campus de la Universidad de Colorado. Todos los hisopos se almacenaron a -80°C menos de una semana antes de la extracción de ADN.

b- Experimento 2

Se realizó este estudio a pequeña escala para evaluar cómo las poblaciones bacterianas pueden cambiar su composición después de la exposición a las condiciones ambientales interiores. Dos individuos fueron muestreados pasando un hisopo por la superficie de sus palmas y éstos se congelaron inmediatamente a -20°C y, por otro lado, se almacenaron a 20°C.

c- Experimento 3

Para el estudio del mouse se reclutaron 9 adultos voluntarios, 4 mujeres y 5 hombres, todos entre 20 y 35 años, uno de ellos

propietario del mouse, y trabajaban en el mismo edificio en el campus de la Universidad de Colorado.

Con la técnica de hisopado se toma la muestra de toda la superficie expuesta del mouse, la superficie palmar de la mano dominante del propietario y de los otros voluntarios. El mouse fue tocado por el propietario 12 horas antes del hisopado (a temperatura ambiente). Se les pidió a los voluntarios que sigan sus prácticas típicas de higiene de manos antes de la toma de las muestras la cual se practicó al mediodía.

Todos los hisopos se almacenaron a -80°C antes de la extracción de ADN.

Para una mejor precisión de la búsqueda de las poblaciones bacterianas en el mouse se midió el grado de similitud entre las bacterias del mouse, de la mano del propietario y las poblaciones bacterianas de referencia de 270 manos de una base de datos que se utilizaron en otros proyectos. Las colonias de la palma derecha e izquierda que se incluyeron en esta base de datos pertenecen a voluntarios sanos cuyas edades iban de 18 a 40 años, los cuales fueron muestreados utilizando procedimientos idénticos a los descritos anteriormente”.

d- Experimento 4

“En este caso 51 estudiantes fueron muestreados luego de dar su consentimiento informado verbal para participar de acuerdo con el protocolo de muestreo aprobado por la Universidad de Colorado del Comité de Investigación Humano (protocolo 1007.39) los cuales habían permanecido en una habitación donde pasaron la hora anterior realizando un examen. Para la toma de muestra se usó un par de guantes estériles por cada persona para reducir al mínimo la contaminación cruzada de muestras. Las superficies de las palmas de la mano dominante y no dominante fueron hisopadas por separado (en total fueron 102 muestras) con la punta del hisopo de algodón humedecida con solución fisiológica. Las superficies de las palmas se muestrearon en dos direcciones (perpendiculares) para asegurarse la mayor área de cobertura.

Éstas se colocaron en tubos de polipropileno y se almacenaron a -20°C durante <72 horas antes de la extracción de ADN.

e- Experimento 5

<sup>4</sup> Noah Fierer, Micah Hamady, Christian L. Lauber, Rob Knight, (2008).

Se tomaron las muestras de 8 voluntarios (4 hombres y 4 mujeres) durante un día de trabajo normal. Cada individuo se lavó las manos durante 30 segundos con una barra estándar de jabón antibacteriano (marca "Procter&Gamble), durante un período de 6 horas cada 2 horas; seguido al lavado se enjuagaron con agua corriente y se secaron con toallas de papel. Fueron muestreadas siguiendo el protocolo anteriormente descrito.

Este experimento se centró en el lavado de las manos y la diferencia entre las poblaciones bacterianas entre hombres y mujeres. Fueron muestreadas de manera exacta a como se describieron los experimentos anteriores, excepto que las manos, tanto izquierda como derecha de cada individuo

fueron muestreadas con el mismo hisopo de algodón.

## RESULTADOS

### Experimento 1

Se encontró que las colonias bacterianas en las yemas de los dedos y del teclado de un individuo determinado son mucho más similares entre sí que de otros individuos y otros teclados (Figura 1, 2a y 2b).

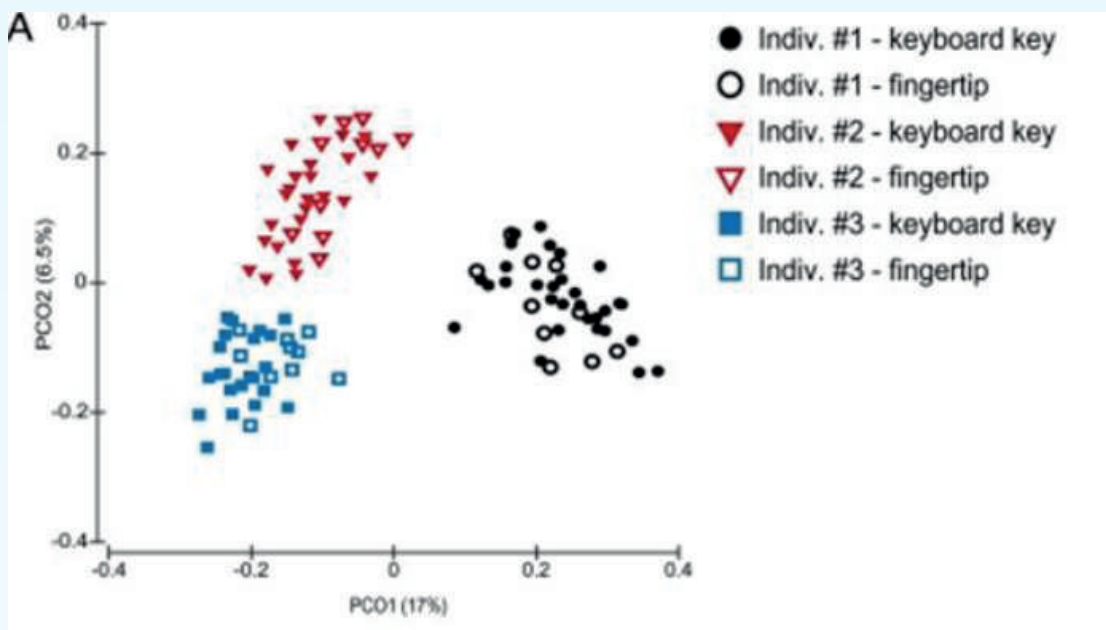
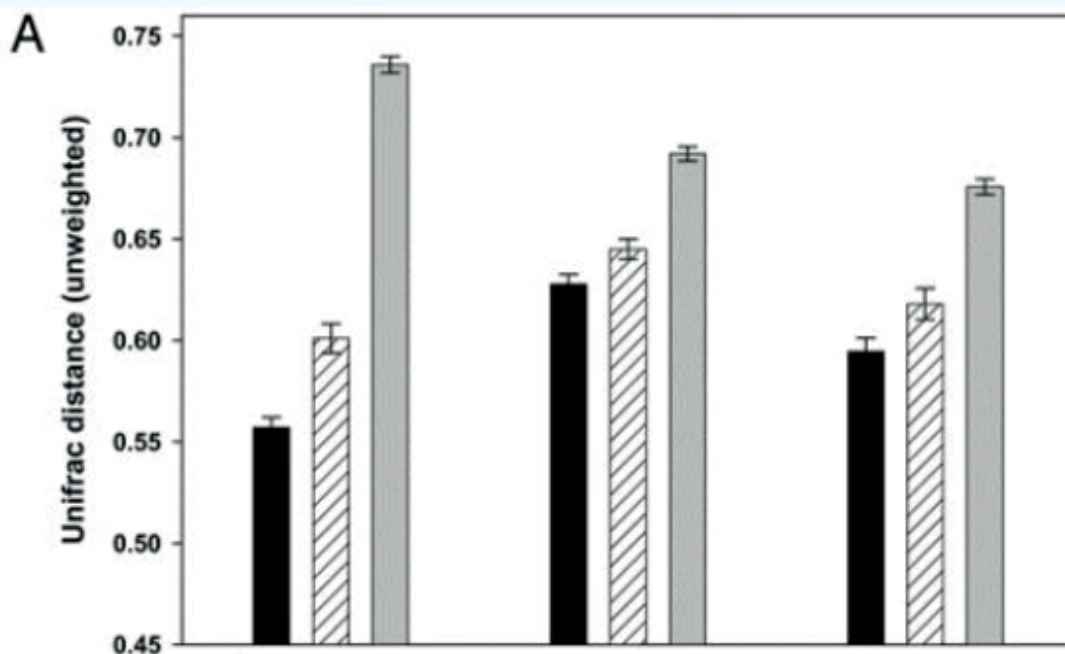


Figura 1: Se representa el encuentro entre las comunidades bacterianas en los teclados individuales y los dedos de los propietarios de los teclados. Las principales coordenadas gráficas muestran el grado de similitud entre las colonias bacterianas en la punta de los dedos de los tres individuos muestreados como parte de este estudio y sus respectivos teclados. Las parcelas se generaron usando los pares UniFrac, distancias sin ponderar (A) y ponderadas (B). El algoritmo UniFrac utiliza el grado de solapamiento filogenética entre cualquier par de puntos con las colonias que están cerca de las muestras que representan en conjunto con las colonias bacterianas similares





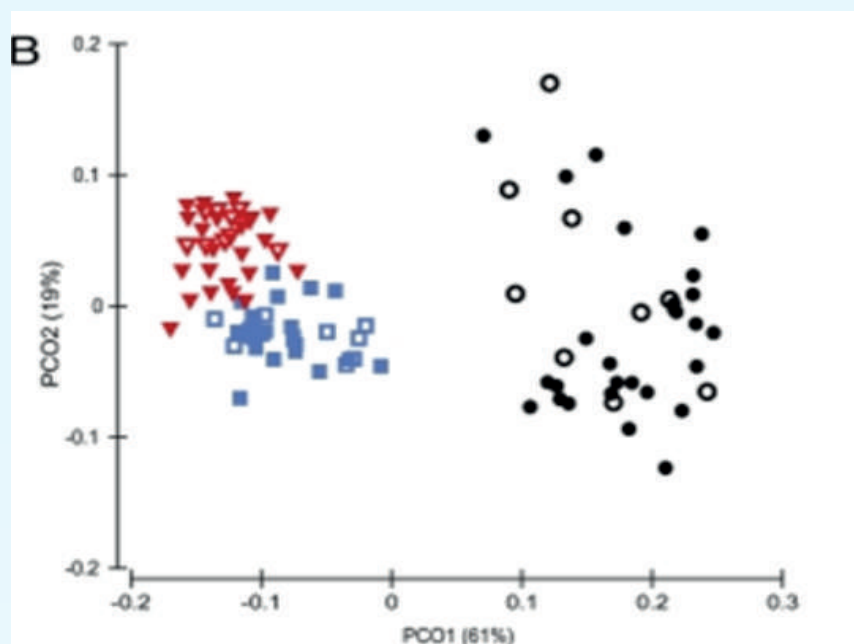
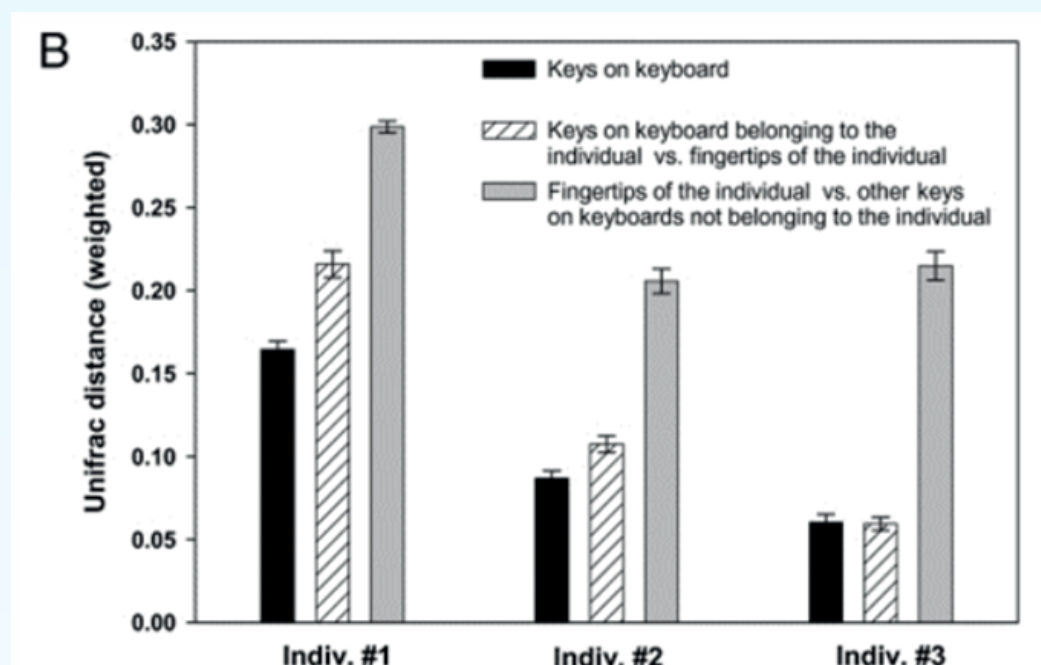


Figura 2: Se representan las distancias de las colonias bacterianas entre las teclas del teclado y las yemas de los dedos. La medida de las distancias por pares entre las teclas del mismo teclado (barra negra), entre los dedos de individuos y sus propias teclas del teclado (barra rayada), y entre los individuos y las puntas de los dedos de las teclas de teclados no pertenecientes a ellos (barra gris). Se muestran en promedio de distancias UniFrac sin ponderar y ponderado para cada individuo (A y B, respectivamente). Los valores más bajos UniFrac indican que las colonias son más similares en promedio. Las barras muestran los intervalos de confianza del 95% para los medios. El gráfico demuestra que las puntas de los dedos de un individuo albergan colonias bacterianas más similares encontradas en las teclas del teclado de ese individuo que a las colonias que se encuentran en las teclas del teclado no tocadas por el individuo



## Experimento 2

Se demostró que el almacenamiento en condiciones típicas del interior tenía poca o ninguna influencia en la composición de la colonia bacteriana, o la capacidad para resolver las diferencias entre las colonias bacterianas en la piel de los dos individuos, incluso después de semanas (Figura 3)

## Experimento 3

En los 9 casos, la colonia bacteriana en cada mouse era significativamente más similar a la colonia de la mano del dueño que a otras manos de la base de datos, independientemente de la distancia métrica utilizada (Figura 4).

## Experimento 4 y 5

Aunque algunos taxones bacterianos fueron cosmopolitas y se encuentran prácticamente en la totalidad de las superficies de las muestras de las manos, hay colonias bacterianas en superficies individuales que fueron muy diferentes. En promedio, las colonias que se encuentran en cualquier par de superficies de palmas comparten sólo el 13% de sus filotipos. La mano dominante (en el caso de las personas diestras) tiene niveles generales similares de diversidad respecto de las manos no dominantes. Pero se encontró que la composición bacteriana en las manos dominantes era significativamente diferente de la mano no dominante del mismo individuo. La

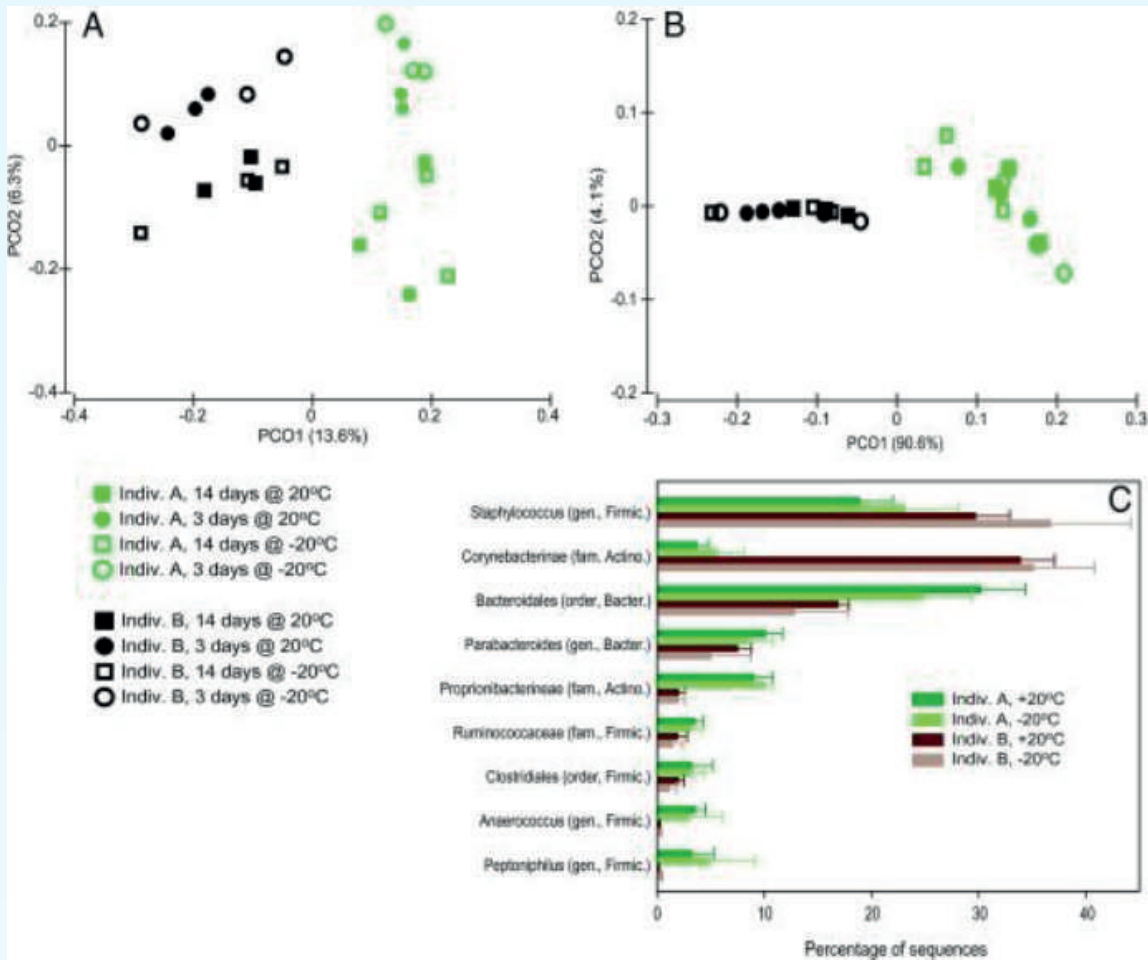


Fig.3: Se representa el efecto de las condiciones de almacenamiento de las colonias bacterianas recogidas con hisopos de algodón seco (A y B). Se utilizaron las matrices de distancia UniFrac sin ponderar y ponderadas para las parcelas de las coordenadas principales. Las muestras fueron almacenadas a -20°C y 20°C, y el ADN extraído fue extraído de 3 a 14 días, pero la temperatura de almacenamiento tuvo efectos mínimos sobre la composición de las colonias bacterianas (C). Las clasificaciones son al género (gen), la familia (fam) o nivel de la orden. Los taxones se clasifican al más alto nivel taxonómico al que podrían asignarse con confianza

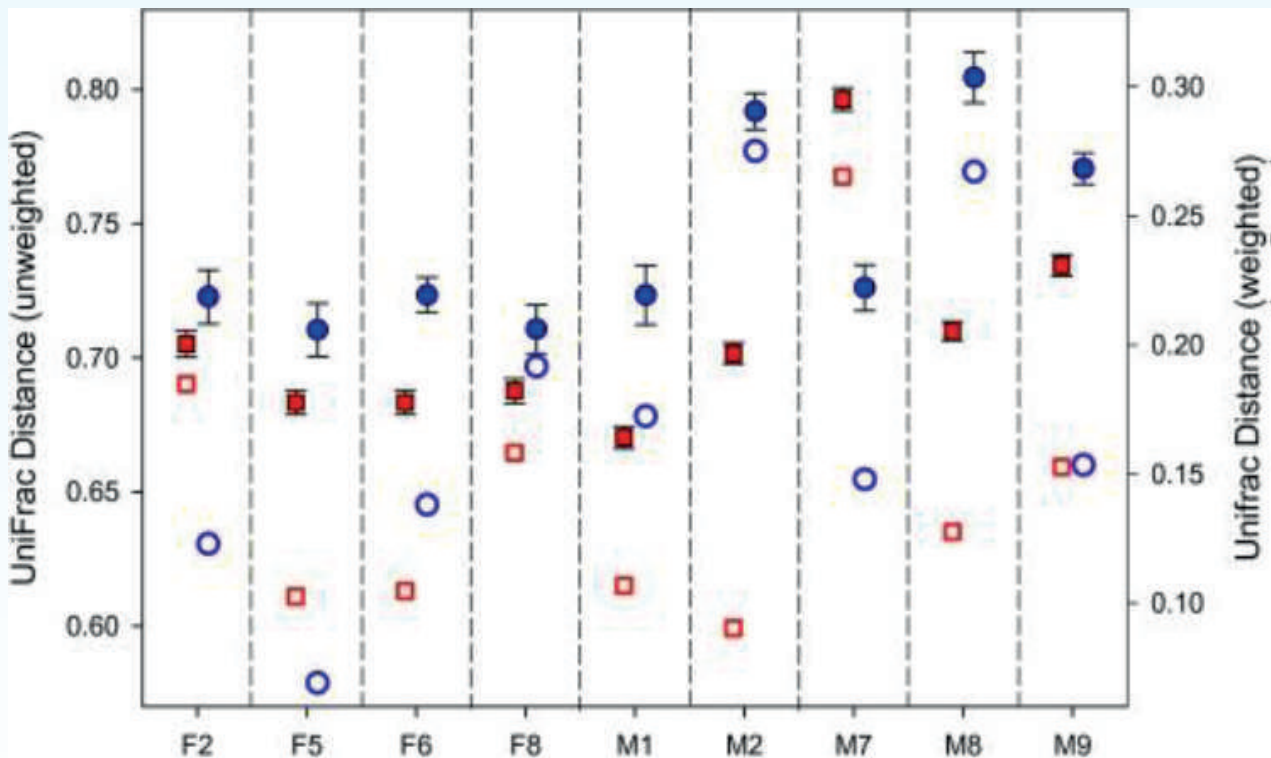


Fig.4: Se muestra la exactitud de la identificación forense utilizando las colonias bacterianas. La distancia filogenética entre las colonias bacterianas que se encuentran en el mouse de la computadora (con los 9 mouse identificados con las etiquetas de eje x) y el hisopado de la mano de la persona que utiliza el mouse (los símbolos sin rellenar) en comparación con el promedio de la distancia filogenética entre las colonias bacterianas en el mouse de la computadora y las otras 270 muestras del hisopado de la mano de la base de datos (símbolos llenos). Las barras de error representan intervalos de confianza del 95%. La distancia filogenética fue medida utilizando el algoritmo UniFrac no ponderado y ponderado (cuadrados rojos y círculos azules); cuanto más similares sean las colonias más bajas será la distancia. Tenga en cuenta que en casi todos los casos la colonia bacteriana en un mouse dado es significativamente más similar a la mano del propietario que a las otras manos en la base de datos.

diferencia se debe probablemente a la producción de sebo, salinidad, el contacto con distintos tipos de superficies entre ambas manos. Respecto a la diferencia entre hombres y mujeres se encontró también una diferencia muy significativa la cual puede deberse a que el pH del hombre es más ácido al de las mujeres. Otras explicaciones pueden incluir el hecho de la producción de sudor o sebo, la frecuente aplicación de crema hidratante o el uso de cosméticos, el grosor de la piel o la producción de hormonas. Por último, el tiempo transcurrido desde el último lavado de las manos tuvo un efecto significativo sobre la composición de la colonia bacteriana de la piel. En particular las bacterias pertenecientes a los géneros *Propionibacteria*, *Neisseriales*, *Burkholderiales* y *Pasteurellaceae* eran más abundantes con el tiempo desde el lavado de las manos, mientras que otras bacterias como las pertenecientes a los géneros *Staphylococcaceae*, *Streptococcaceae* y *Lactobacillaceae* mostraron un patrón opuesto (eran más abundantes en las manos recientemente lavadas). En conclusión, a pesar de que el lavado de manos alteraba la composición de la colonia, los niveles generales de la diversidad bacteriana no estaban relacionados con el tiempo del último lavado. Cualquiera de las colonias bacterianas se restablece rápidamente después de lavarse las manos. (Figura 5)

## CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue presentar investigaciones realizadas en las cuales se demostró que la microbiota bacteriana de un individuo va adquiriendo una conformación personal de tal manera que se transforma en un elemento que puede ser útil para lograr la individualización.

A continuación, se pueden enumerar algunas observaciones:

1. Hay una diferencia en las colonias bacterianas entre la mano dominante y la mano no dominante de un mismo individuo.

2. Que el lavado de manos no influye de manera significativa para que se altere la microbiota de la piel.

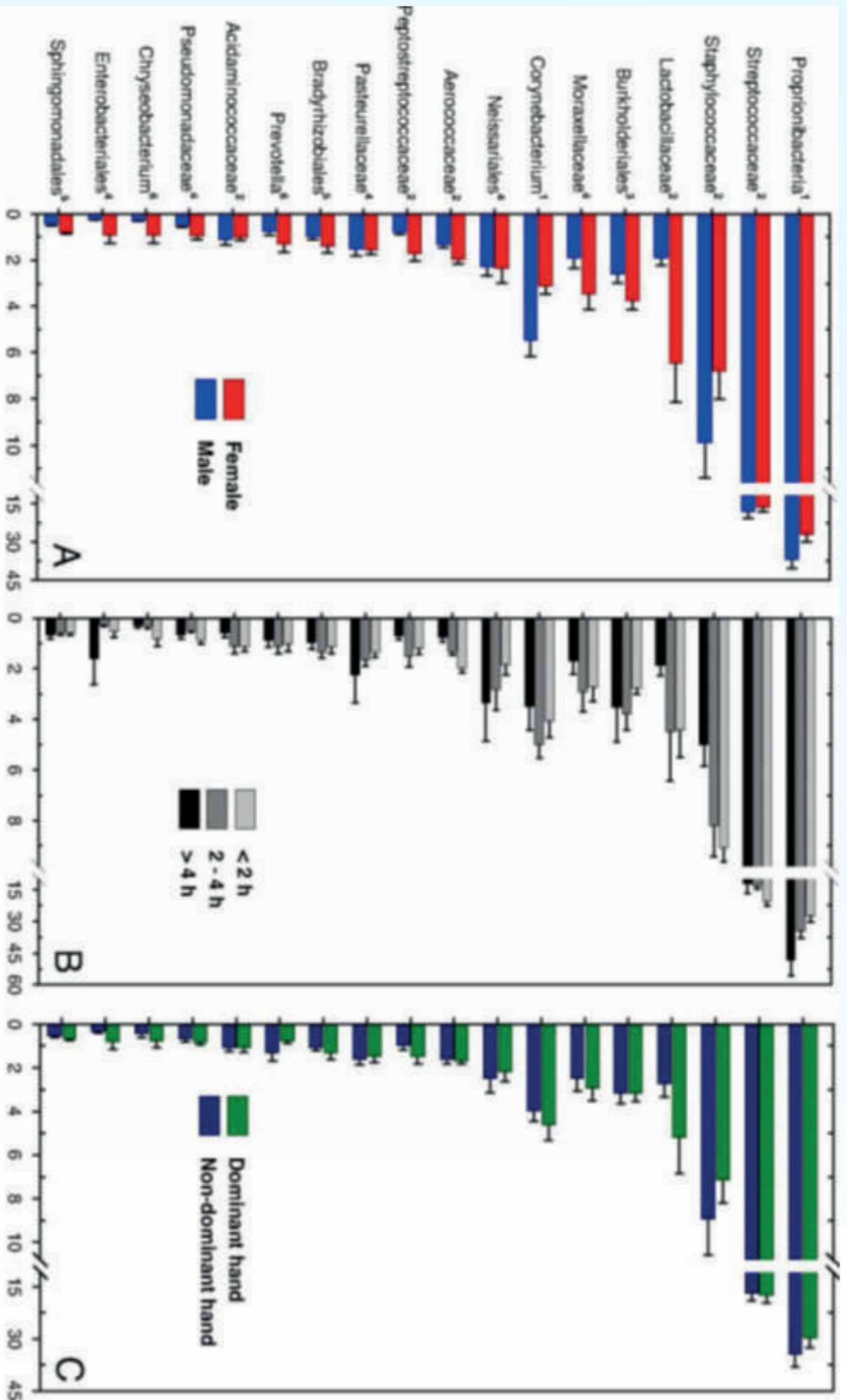
3. Las colonias bacterianas asociadas a la piel se pueden recuperar fácilmente de las superficies y que la estructura de estas colonias pueden ser utilizadas para diferenciar los

objetos manipulados por diferentes individuos.

4. Que tanto la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR) como la Pirosecuenciación son métodos de alta especificidad capaces de comparar con un alto grado de certeza las secuencias genéticas encontrado en un objeto y aquellas correspondientes a muestras de individuos sospechosos.

A través de la presentación y análisis de estas investigaciones pude llegar al conocimiento de que nuestra microbiota está altamente personalizada a tal punto que nos permite a través de su conocimiento desarrollar técnicas de reconocimiento forense.

Fig.5: En este gráfico se representan las abundancias relativas de los grupos bacterianos más abundantes en las superficies de las manos, con las muestras de mano divididos en categorías de sexo (A), el tiempo desde la última vez que se lavó las manos (B), y la dominante en comparación con la mano no dominante (C)





## BIBLIOGRAFÍA

Luz Angélica Patiño, Camilo Andrés Morales (2013). Microbiota de la piel: el ecosistema cutáneo. *Revista Asoc. Colomb. Dermatol.* Volumen 21 (Número 2), 147-158.

Rodicio M.R, Mendoza M.C (2004). Identificación bacteriana mediante secuenciación del ARNr 16S: fundamento, metodología y aplicaciones en microbiología clínica. *El Servier.* Volumen 22 (Número 4), 238-245.

Noah Fierer, Crhistian L. Lauber, Nick Zhou, Daniel McDonald, Elizabeth K. Costello, Rob Knight (2016). Forensic identification using skin bacterial. *PNAS*, Volumen 107 (Número 14).

Noah Fierer, Micah Hamady, Crhistian L. Lauber, Rob Knight (2008). The influence of sex, handedness and washing on the diversity of hand surface bacteria. *PNAS*, Volumen 105 (Número 46)

### Cómo citar este artículo (APA):

Cometto Tamagone, M. V. (2019). "Estudio de la Microbiota Normal de la Piel como Método de Individualización Forense". *Revista Skopein*, XX, 38-45. Disponible en [www.skopein.org](http://www.skopein.org)







**XX**