



# Valoración estadística de las pruebas en genética forense

Cláudia Vieira da Silva

Instituto Nacional de Medicina Legal e Ciências Forenses

Serviço de Genética e Biologia Forenses

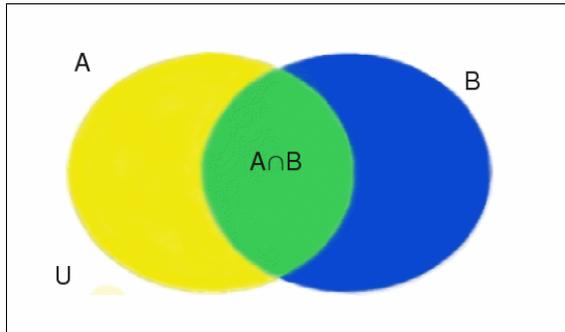
# índice

- ▶ Probabilidad condicional
- ▶ *Likelihood Ratio*- coeficiente de verosimilitud
- ▶ Cálculos de parentesco
- ▶ Cálculos con mezclas
- ▶ Desafíos futuros



# Las leyes de la probabilidad importantes en genética forense

- ▶ A cada suceso A le corresponde un número real  $P(A)$  (*Probabilidad del suceso*);
- ▶ La regla del producto: probabilidad de que dos alelos independientes se presenten juntos  $P(A \cap B) = P(A) \times P(B)$ ;
- ▶ Probabilidad condicionada: probabilidad del suceso A condicionado por B



$$P(A \setminus B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

$$P(B \setminus A) = \frac{P(B \cap A)}{P(A)}$$

$$P(A \cap B) = P(B) \cdot P(A \setminus B) = P(A) \cdot P(B \setminus A)$$

$$P(A \setminus B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

Teorema de Bayes

## Construcción de preposiciones

- ▶ En todos los casos es necesario formalizar las preposiciones adecuadas evaluación de la prueba.
- ▶ Surgen de la información sobre los casos.
- ▶ Resumen ambos puntos de vista en la corte
- ▶ Contrasta la hipótesis de la acusación (H0) con la hipótesis de la defensa (H1):



Hipótesis H0-Proposición a favor de la acusación (en un caso penal) o a favor del parentesco (en un caso de investigación de parentesco)

Ej: H0 - la traza fue producida por el sospechoso Y)  
H0 - El individuo X es el padre - demanda civil

Hipótesis H1-Proposición relativa a la defensa de un sospechoso concreto en un caso penal o de un presunto padre (en un caso de investigación de parentesco)

Ej: H1 - la traza fue producida por otro individuo aleatorio de la población)

H1 - El padre biológico es un individuo aleatorio de la población

# Aplicación del Teorema de Bayes

Tomemos las siguientes proposiciones:

H0: Hipótesis de acusación

Ejs: El individuo es el padre biológico

El hijo de A y B es el padre biológico

La traza biológica fue producida por la víctima (un perfil genético individual)

La traza biológica fue producida por y el sospechoso (una mezcla)

$$P[H_0 | E, I] = \frac{P[E | H_0, I]P[H_0 | I]}{\underbrace{P[E | H_0, I]P[H_0 | I] + P[E | H_1, I]P[H_1 | I]}_{\approx 1}}$$

H1: Hipótesis de defensa

$$P[H_1 | E, I] = \frac{P[E | H_1, I]P[H_1 | I]}{\underbrace{P[E | H_0, I]P[H_0 | I] + P[E | H_1, I]P[H_1 | I]}_{\approx 1}}$$

E- información de las pruebas genéticas;  
I - toda la información relevante para el caso

## La razón de verosimilitud

- ▶ La razón de verosimilitud es un estadístico utilizado para cuantificar la bondad relativa del ajuste entre dos modelos estadísticos o hipótesis.
- ▶ dos modelos estadísticos o hipótesis, que se calcula tomando el cociente de sus correspondientes probabilidades condicionadas.

$$LR = \frac{P(H_0 | E, I)}{P(H_1 | E, I)} = \frac{P(E | H_0, I)}{P(E | H_1, I)}.$$

# Investigación de parentesco

## ► Cálculo de la probabilidad de parentesco

Considerando un trío P.Padre (A)/Madre (B)/Hijo (C)

H0: El presunto padre, A, es el padre biológico de C (hipótesis a favor de la paternidad)

H1: Otro individuo aleatorio de la población es el padre biológico de C (hipótesis de defensa).

Considerando: padre biológico E-todas las pruebas genéticas, es decir, GA, GB y GC I-todas las pruebas no genéticas

Por aplicación directa del Teorema de Bayes:

$$P[H_0 | E, I] = \frac{P[E | H_0, I] P[H_0 | I]}{P[E | H_0, I] P[H_0 | I] + P[E | H_1, I] P[H_1 | I]}$$

$$P[H_1 | E, I] = \frac{P[E | H_1, I] P[H_1 | I]}{P[E | H_0, I] P[H_0 | I] + P[E | H_1, I] P[H_1 | I]}$$

$$LR = \frac{P(H_0 | E, I)}{P(H_1 | E, I)} = \frac{P(E | H_0, I)}{P(E | H_1, I)} \cdot \frac{P(H_0 | I)}{P(H_1 | I)}$$

$$W = P(H_0 | E, I) = \frac{LR}{LR + 1}$$

# Resultados de LR

$$\frac{P(H_0 | E, I)}{P(H_1 | E, I)} = \frac{P(E | H_0, I)}{P(E | H_1, I)} > 1$$

Las pruebas apoyan la hipótesis de que el presunto padre es el padre biológico

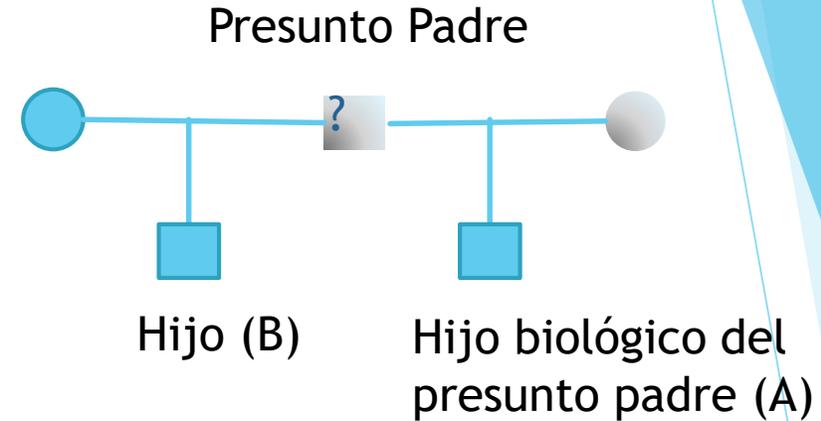
$$\frac{P(H_0 | E, I)}{P(H_1 | E, I)} = \frac{P(E | H_0, I)}{P(E | H_1, I)} < 1$$

Las pruebas no apoyan la hipótesis de que el presunto padre sea el padre biológico. El padre biológico debe ser otro individuo aleatorio de la población.

$$W_{Total} = \frac{LR_{TOTAL}}{LR_{TOTAL} + 1}$$

# Casos Prácticos- caso 1

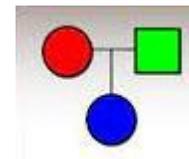
| Marcadores Genéticos | Hijo del presunto padre | Madre    | Hijo     |
|----------------------|-------------------------|----------|----------|
| D8S1179              | 13, 15                  | 13       | 13, 14   |
| D21S11               | 29                      | 30, 32.2 | 30       |
| D7S820               | 10, 11                  | 12       | 12       |
| CSF1PO               | 12                      | 12       | 11, 12   |
| D3S1358              | 16, 18                  | 15, 16   | 15, 16   |
| TH01                 | 6, 8                    | 9        | 9        |
| D13S317              | 11                      | 11, 14   | 8, 11    |
| D16S539              | 11                      | 9        | 9, 12    |
| D2S1338              | 18, 21                  | 17, 19   | 17, 25   |
| D19S433              | 12, 15                  | 14, 15   | 14, 18.2 |
| VWA                  | 15, 17                  | 16, 17   | 17, 18   |
| TPOX                 | 8                       | 8, 11    | 8, 9     |
| D18S51               | 16                      | 15, 19   | 17, 19   |
| D5S818               | 11, 13                  | 11, 12   | 11, 12   |
| FGA                  | 22, 25                  | 21, 24   | 24, 26   |
| Penta E              | 7, 13                   | 5, 15    | 5, 13    |
| Penta D              | 11, 15                  | 9, 12    | 9, 10    |



$H_0$  : El padre biológico de B es también el padre biológico de A.

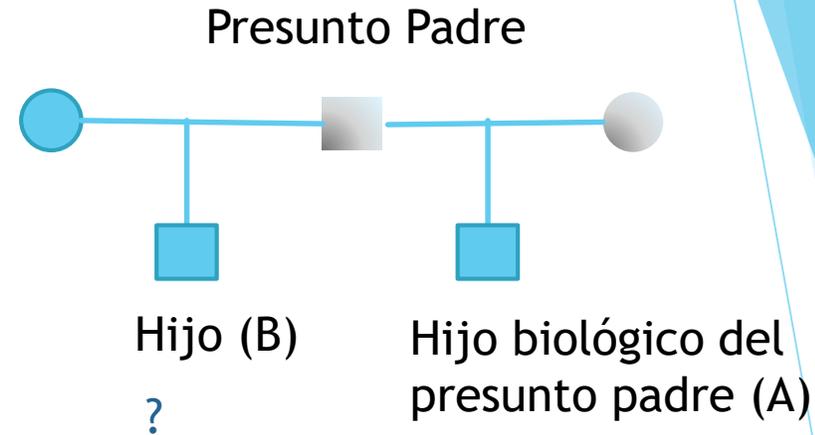
$H_1$  : El padre biológico de B es otro individuo aleatorio de la población, no emparentado con A.

$$\frac{P(E | H_0, I)}{P(E | H_1, I)} = 0.001$$



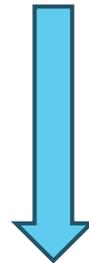
# Casos Prácticos- caso 1

| Locus      | Hijo del presunto padre | Hijo   |
|------------|-------------------------|--------|
| DYS456     | 12                      | 15     |
| DYS389 I   | 12                      | 13     |
| DYS390     | 22                      | 22     |
| DYS389 II  | 28                      | 28     |
| DYS458     | 17                      | -      |
| DYS19      | 15                      | 16     |
| DYS385 a/b | 13, 16                  | 12, 19 |
| DYS393     | 12                      | 13     |
| DYS391     | 11                      | 10     |
| DYS439     | 11                      | 11     |
| DYS635     | 23                      | 21     |
| DYS392     | 11                      | 11     |
| GATA H4    | 11                      | 10     |
| DYS437     | 16                      | 14     |
| DYS438     | 9                       | 10     |
| DYS448     | 21                      | 20     |



$H_0$  : El padre biológico de B es también el padre biológico de B.

$H_1$  : El padre biológico de B es otro individuo aleatorio de la población, no emparentado con A.

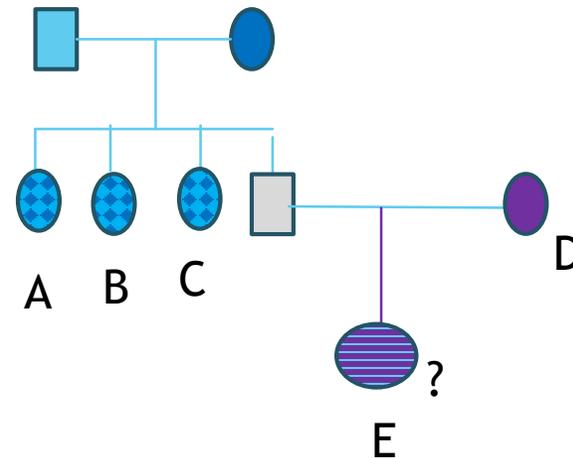


corroboración  $H_1$

# Casos Prácticos- caso 2

|             | A        | B        | C        | D        | E        |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Amelogenina | XX       | XX       | XX       | XX       | XX       |
| D3S1358     | 16, 18   | 16       | 14, 16   | 16       | 15, 16   |
| vWA         | 16       | 16       | 17, 18   | 16, 18   | 16, 17   |
| D16S539     | 11, 12   | 11, 12   | 11, 12   | 11, 12   | 11, 12   |
| CSF1PO      | 12       | 12       | 11       | 12       | 10, 11   |
| TPOX        | 8, 12    | 8, 12    | 9, 11    | 8, 12    | 9, 11    |
| D8S1179     | 10       | 10, 13   | 11, 14   | 10, 13   | 11, 14   |
| D21S11      | 27, 31   | 27, 32.2 | 29       | 31, 32.2 | 29, 30.2 |
| D18S51      | 15, 16   | 13, 16   | 12, 20   | 13, 16   | 18, 20   |
| D2S441      | 14, 15   | 14, 15   | 11.3, 14 | 14, 15   | 11, 11.3 |
| D19S433     | 13, 15   | 13       | 12, 14   | 13       | 14       |
| TH01        | 8, 9     | 8, 9     | 9, 9.3   | 8, 9.3   | 9, 9.3   |
| FGA         | 22, 25   | 21, 27   | 25, 26   | 21, 26   | 23, 25   |
| D22S1045    | 15, 16   | 11, 16   | 11, 18   | 11, 16   | 11, 18   |
| D5S818      | 11, 12   | 11, 12   | 9, 11    | 11, 12   | 9, 11    |
| D13S317     | 10, 12   | 10, 12   | 10, 12   | 11, 14   | 11, 12   |
| D7S820      | 12       | 10, 12   | 9, 11    | 12       | 8, 9     |
| SE33        | 20, 27.2 | 20, 27.2 | 20, 25.2 | 18, 27.2 | 19, 25.2 |
| D10S1248    | 13, 15   | 13, 15   | 14, 16   | 13, 15   | 14, 16   |
| D1S1656     | 12       | 12       | 12, 16   | 12       | 16       |

- A - Presunta tía paterna
- B- Presunta tía paterna
- C- Presunta tía paterna
- D- Madre
- E- Hija



$H_0$  : El padre biológico de *E* es un hermano de A/B/C.

$H_1$  : El padre biológico de *E* es otro individuo aleatorio de la población, no emparentado con A/B/C.

# Casos Prácticos- caso 2

resultados obtenidos con el software Familias 3.0

## Presunta Tía Paterna A

Prior probability: 0,5

Posterior probability: 1,0530E-03

Likelihood: 5,1320E-96

Likelihood ratio versus Ped1: 1,0541E-03

## Presunta Tía Paterna B

Prior probability: 0,5

Posterior probability: 1,9721E-04

Likelihood: 1,6883E-94

Likelihood ratio versus Ped1: 1,9725E-04

## Presunta Tía Paterna C

Prior probability: 0,5

Posterior probability: 1,1857E-03

Likelihood: 1,9758E-94

Likelihood ratio versus Ped1: 1,1857E-03

los resultados obtenidos son claramente favorables a la hipótesis de la defensa.

# Casos Prácticos- caso 2

utilizando también información del cromosoma X

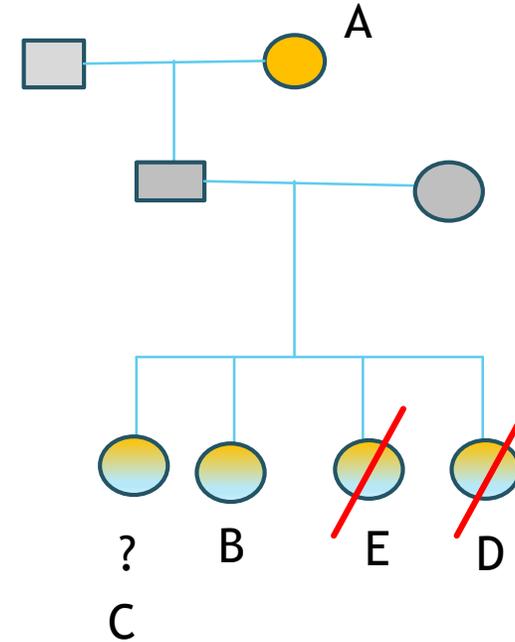
La Presunta tía *A*, la presunta tía *B* y la presunta tía *C*, tienen incompatibilidades con *E*, hija biológica de *D*, en los marcadores del cromosoma X: DXS10074, DXS10101, DXS10135, DXS10146, DXS10148.

|            | A        | B          | C        | D        | E          |
|------------|----------|------------|----------|----------|------------|
| DXS10103 * | 16, 18   | 18, 19     | 16, 18   | 16, 17   | 17, 18     |
| DXS8378 *  | 11, 12   | 11, 12     | 11, 12   | 12       | 10, 12     |
| DXS7132 *  | 13, 14   | 13, 14     | 13, 14   | 14, 15   | 14, 15     |
| DXS10134 * | 34, 35   | 34, 35     | 34, 37   | 34, 36   | 35, 36     |
| DXS10074 * | 18       | 18         | 18       | 13, 17   | 8, 13      |
| DXS10101 * | 32, 34   | 30.2, 32   | 32, 34   | 28.2, 33 | 31, 33     |
| DXS10135 * | 26, 30   | 30, 32     | 26, 30   | 18.1, 29 | 18.1, 28   |
| DXS7423 *  | 15, 16   | 15, 16     | 15, 16   | 14       | 14, 15     |
| DXS10146 * | 30, 31   | 30, 31     | 29, 30   | 28, 29   | 29, 45.2   |
| DXS10079 * | 18, 20   | 18, 20     | 16, 18   | 19, 20   | 19, 20     |
| HPRTB *    | 11, 14   | 11, 13     | 11, 14   | 12, 13   | 12, 13     |
| DXS10148 * | 18, 25.1 | 25.1, 29.1 | 18, 25.1 | 24.1     | 24.1, 27.1 |

De acuerdo con los resultados obtenidos, el hermano de Presunta tía *A*, presunta tía *B* y presunta tía *C* queda excluido de la paternidad de *E*, hija biológica de *D*.

# Casos Prácticos- caso 3

|             |     | A      | B      | C      |
|-------------|-----|--------|--------|--------|
| Amelogenina |     | X      | X      | X      |
| D8S1179     | (a) | 15, 16 | 14, 15 | 10, 15 |
| D21S11      | (a) | 29, 30 | 29, 30 | 28, 29 |
| D7S820      | (a) | 10, 12 | 9, 11  | 8, 12  |
| CSF1PO      | (a) | 10, 12 | 10, 12 | 12     |
| D3S1358     | (a) | 14, 17 | 17     | 16, 17 |
| TH01        | (a) | 8, 9.3 | 6, 9   | 9, 9.3 |
| D13S317     | (a) | 11, 12 | 11, 13 | 9, 11  |
| D16S539     | (a) | 10, 12 | 10, 12 | 9, 10  |
| D2S1338*    | (a) | 19, 20 | 17, 20 | 20, 22 |
| D19S433*    | (a) | 13, 14 | 15     | 13, 15 |
| VWA         | (a) | 17, 20 | 17, 20 | 16, 18 |
| TPOX        | (a) | 9, 11  | 8, 11  | 9, 11  |
| D18S51      | (a) | 12     | 12, 19 | 17, 19 |
| D5S818      | (a) | 11, 12 | 11     | 11, 13 |
| FGA         | (a) | 19, 26 | 21     | 20, 26 |
| PentaE      | (a) | 7, 13  | 11, 12 | 7, 10  |



# Casos Prácticos- caso 3 - Estudio inicial

$H_0$  : El padre biológico de C es un hijo de A e padre biológico de B.

$H_1$  : El padre biológico de C es otro individuo aleatorio de la población, no emparentado con A y B.

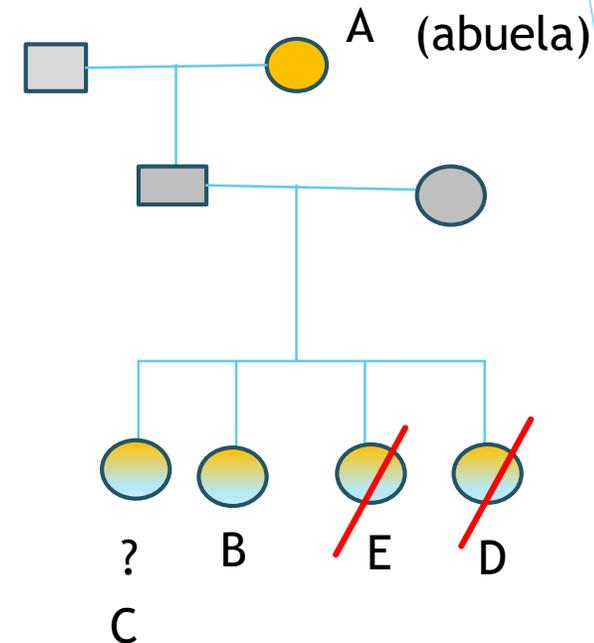
Prior probability: 0,5

Posterior probability: 0,999056708626327

Likelihood: 5,00945878624239E-65

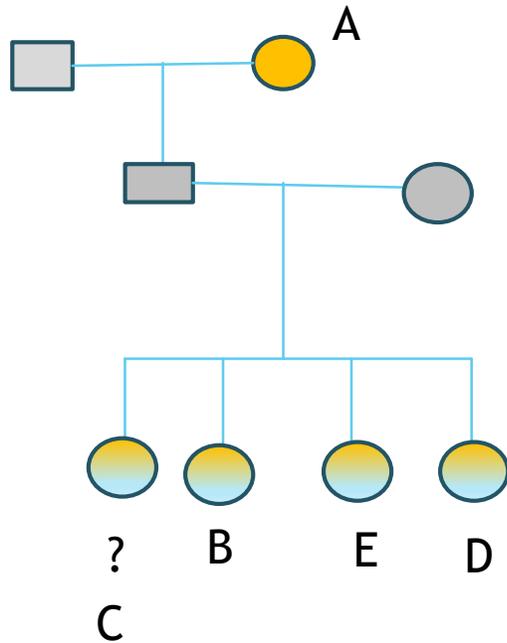
Posterior ratio versus Ped1: 1059,11782

Likelihood ratio versus Ped1: 1059,11782



# Casos Prácticos- caso 3- Estudio final

Recibimos muestras de las hermanas E y D



$H_0$  : El padre biológico de C es un hijo de A e padre biológico de B y E.

El padre biológico de C es un hijo de A e padre biológico de B, E y D.

$H_1$  : El padre biológico de C es otro individuo aleatorio de la población, no emparentado con A, B y E.

$H_1$  : El padre biológico de C es otro individuo aleatorio de la población, no emparentado con A, B y E.

LR1=2 117 016 126- El padre biológico de C es un hijo de A e padre biológico de B, E y D.

los resultados obtenidos son claramente favorables a la hipótesis de la acusación.

# DESAFÍOS FUTUROS

- ❑ introducir nuevos kits en la acreditación
- ❑ utilizar todos los programas informáticos de cálculo para valorar las pruebas.



FamLinkX – implementation of a general model for likelihood computations for X-chromosomal marker data

[Daniel Kling](#)<sup>a, b</sup>, [Barbara Dell'Amico](#)<sup>c</sup>, [Andreas O. Tillmar](#)<sup>c, d</sup>

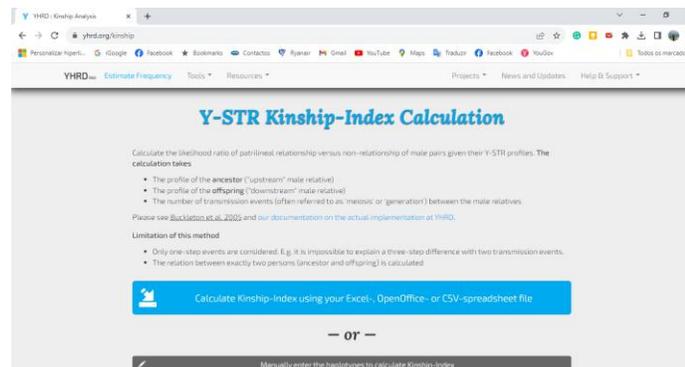
Show more ▾



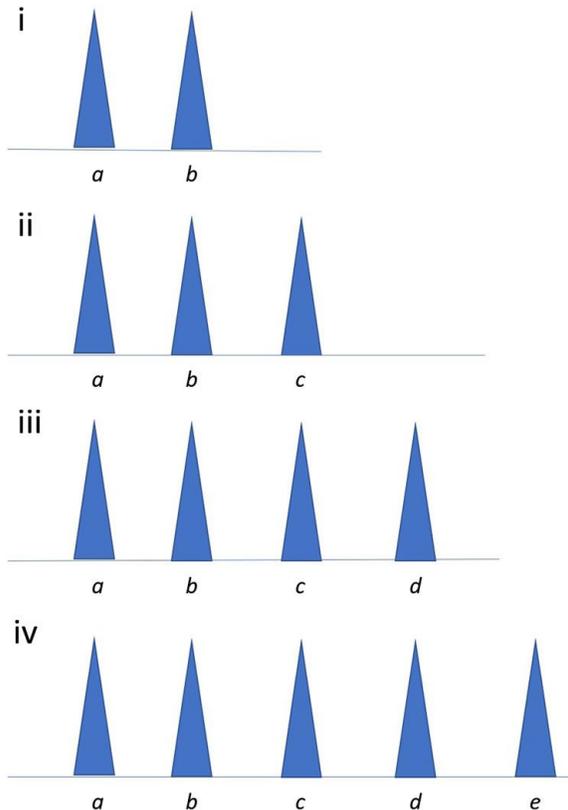
Research Paper

A Swiss collaborative exercise for Disaster Victim Identification (DVI): Covering situations with different levels of complexity

[Christian Gehrig](#)<sup>a</sup>, [Séverine Delémont](#)<sup>a</sup>, [Jennifer Comte](#)<sup>a</sup>, [Tacha Hicks](#)<sup>a, b</sup>, [Patrick Basset](#)<sup>a</sup>, [Frédéric Grosjean](#)<sup>a</sup>, [Daniel Dion](#)<sup>c</sup>, [Christian Cossu](#)<sup>d</sup>, [Michel Bottinelli](#)<sup>e</sup>, [Mirco Hecht](#)<sup>f</sup>, [Andrea Sulzer](#)<sup>g</sup>, [Pamela Voegele](#)<sup>h</sup>, [Vincent Castella](#)<sup>a</sup>



# Análisis de casos penales



- ▶ Los avances recientes en las tecnologías de tipificación de ADN han llevado al análisis de mezclas de ADN cada vez más complejas de dos, tres o incluso más contribuyentes

# Cálculo de LR en casos penales

$$\frac{P(H_0 | E, I)}{P(H_1 | E, I)} = \frac{P(E | H_0, I)}{P(E | H_1, I)} > 1$$

Las pruebas genéticas apoyan la hipótesis de la acusación



$$\frac{P(H_0 | E, I)}{P(H_1 | E, I)} = \frac{P(E | H_0, I)}{P(E | H_1, I)} < 1$$

Las pruebas no apoyan la hipótesis de la acusación. Favorecen la posibilidad de que sea otro individuo al azar de la población

# Caso 1- una mezcla normal

Hisopo vaginal recogido à la victima A.

|          | vestigios       |
|----------|-----------------|
| D3S1358  | 14 17 18        |
| VWA      | 14 17 18        |
| D16S539  | 9 13            |
| CSF1PO   | 9 10 12         |
| TPOX     | 8 11            |
| D8S1179  | 10 13 15        |
| D21S11   | 29 30.2 31 32.2 |
| D18S51   | 12 16           |
| D2S441   | 9 11 14         |
| D19S433  | 13 14 15        |
| TH01     | 7 9.3           |
| FGA      | 19 20 25        |
| D22S1045 | 11 15 16 17     |
| D5S818   | 9 11 12 13      |
| D13S317  | 8 11            |
| D7S820   | 8 10            |
| SE33     | 20 22.2 23.2 27 |
| D10S1248 | 13 15 16        |
| D1S1656  | 11 17.3 18.3    |
| D12S391  | 19 21 23 24     |
| D2S1338  | 17 19 20        |

H0 - la traza fue producida por la victima X y el sospechoso Y;

H1- la traza fue producida por la victima X y por otro individuo;

$$LR \text{ TOTAL} = 9,73479E044$$

**los resultados obtenidos son claramente favorables a la hipótesis de la acusación. La víctima y lo sospechosos Y .**

## Caso 2- mezcla Una Victima y un Sospechoso

Trozos de pañuelos, positivos para sémen. Puede pertenecer a una victima y a un Sospechosos A

|          | caso-4-am.problema |
|----------|--------------------|
| D3S1358  | 14 15              |
| VWA      | 15 16 17 18        |
| D16S539  | 9 11               |
| CSF1PO   | 9 10 11            |
| TPOX     | 8 9 11             |
| D8S1179  | 10 13 14           |
| D21S11   | 29 30 32.2 33.2    |
| D18S51   | 13 14 15 21        |
| D2S441   | 11 14              |
| D19S433  | 14 15 15.2         |
| TH01     | 6 9                |
| FGA      | 19 20 21 23        |
| D22S1045 | 11 15 17           |
| D5S818   | 10 11              |
| D13S317  | 10 12 13           |
| D7S820   | 9 10 12            |
| SE33     | 18 20 28.2         |
| D10S1248 | 14 16              |
| D1S1656  | 13 14 15.3         |
| D12S391  | 15 18 19.3 22      |
| D2S1338  | 17 23 24 25        |

H0 - la traza fue producida por la victima X y un desconocido;

H1- la traza fue producida por dos desconocidos

$$\text{LR TOTAL} = 1,56043\text{E}014$$

H0 - la traza fue producida por lo sospechoso A y una desconocida;

H1- la traza fue producida por dos desconocidos

$$\text{LR TOTAL} = 4,91186\text{E}021$$

## Caso 2- mezcla Una Victima y un Sospechoso

Trozos de pañuelos, positivos para sémen. Puede pertenecer a una victima y a un Sospechosos A

|          | caso-4-am.problema |
|----------|--------------------|
| D3S1358  | 14 15              |
| VWA      | 15 16 17 18        |
| D16S539  | 9 11               |
| CSF1PO   | 9 10 11            |
| TPOX     | 8 9 11             |
| D8S1179  | 10 13 14           |
| D21S11   | 29 30 32.2 33.2    |
| D18S51   | 13 14 15 21        |
| D2S441   | 11 14              |
| D19S433  | 14 15 15.2         |
| TH01     | 6 9                |
| FGA      | 19 20 21 23        |
| D22S1045 | 11 15 17           |
| D5S818   | 10 11              |
| D13S317  | 10 12 13           |
| D7S820   | 9 10 12            |
| SE33     | 18 20 28.2         |
| D10S1248 | 14 16              |
| D1S1656  | 13 14 15.3         |
| D12S391  | 15 18 19.3 22      |
| D2S1338  | 17 23 24 25        |

H0 - la traza fue producida por la victima X y el sospechoso A;  
H1- la traza fue producida por dos desconocidos

LR TOTAL= 2,97578E044

**los resultados obtenidos son claramente favorables a la hipótesis de la acusación. La víctima y lo sospechosos A .**

# Caso 3-mezcla con 3 contribuyentes no relacionados

|          | 2022-2214-25.C1-<br>Víctima |
|----------|-----------------------------|
| D3S1358  | 15 16 17 18                 |
| VWA      | 14 17 18 19                 |
| D16S539  | 8 10 11 12                  |
| CSF1PO   | 11 12 13                    |
| TPOX     | 8 10 11                     |
| D8S1179  | 13 14 15 17                 |
| D21S11   | 28 29 30 32.2               |
| D18S51   | 12 14 15 16 17 18           |
| D2S441   | 11 11.3 12 14 16            |
| D19S433  | 13 14 15                    |
| TH01     | 7 8 9 9.3                   |
| FGA      | 20 21 22 23 23.2 24 25      |
| D22S1045 | 15 16 17 18                 |
| D5S818   | 11 12 13                    |
| D13S317  | 8 9 11 12 13                |
| D7S820   | 9 10 11 12 13               |
| SE33     | 17 19 20 23.2 29.2 30.2     |
| D10S1248 | 13 14 15 16 17              |
| D1S1656  | 12 14 15 16 17.3 18.3       |
| D12S391  | 15 17 20 22                 |
| D2S1338  | 17 18 19 20 23              |

H0 - la traza fue producida por la víctima X y dos desconocidos;

H1- la traza fue producida por tres desconocidos

$$\text{LR TOTAL} = 1,67124\text{E}007$$

H0 - la traza fue producida por la víctima X, el sospechoso A y un desconocido;

H1- la traza fue producida por tres desconocidos

$$\text{LR TOTAL} = 3,96819\text{E}024$$

# Caso 3-mezcla con 3 contribuyentes no relacionados

|          | 2022-2214-25.C1-<br>IÁçmina |
|----------|-----------------------------|
| D3S1358  | 15 16 17 18                 |
| VWA      | 14 17 18 19                 |
| D16S539  | 8 10 11 12                  |
| CSF1PO   | 11 12 13                    |
| TPOX     | 8 10 11                     |
| D8S1179  | 13 14 15 17                 |
| D21S11   | 28 29 30 32.2               |
| D18S51   | 12 14 15 16 17 18           |
| D2S441   | 11 11.3 12 14 16            |
| D19S433  | 13 14 15                    |
| TH01     | 7 8 9 9.3                   |
| FGA      | 20 21 22 23 23.2 24 25      |
| D22S1045 | 15 16 17 18                 |
| D5S818   | 11 12 13                    |
| D13S317  | 8 9 11 12 13                |
| D7S820   | 9 10 11 12 13               |
| SE33     | 17 19 20 23.2 29.2 30.2     |
| D10S1248 | 13 14 15 16 17              |
| D1S1656  | 12 14 15 16 17.3 18.3       |
| D12S391  | 15 17 20 22                 |
| D2S1338  | 17 18 19 20 23              |

H0 - la traza fue producida por la víctima X, el sospechoso B y un desconocido;

H1- la traza fue producida por tres desconocidos

$$\text{LR TOTAL} = 2,41624\text{E}013$$

H0 - la traza fue producida por la víctima X, el sospechoso A y el sospechoso B ;

H1- la traza fue producida por tres desconocidos

$$\text{LR TOTAL} = 5,39725\text{E}041$$

**los resultados obtenidos son claramente favorables a la hipótesis de la acusación. La víctima y los dos sospechosos A e B.**

# Dasafíos futuros

acreditación de pruebas con muestras problema  
validar el software más reciente



Forensic Science International: Genetics

Volume 41, July 2019, Pages 83-92



## CaseSolver: An investigative open source expert system based on EuroForMix

[Øyvind Bleka](#)<sup>a</sup>, [Lourdes Prieto](#)<sup>b</sup>, [Peter Gill](#)<sup>a,c</sup>

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

The screenshot shows a web browser window with the URL [yhrd.org/mixture](http://yhrd.org/mixture). The page title is "Y-STR Mixture Calculation". The main heading is "Y-STR Mixture Calculation". Below the heading, there is a brief description: "Calculate the likelihood ratio of donorship of a given suspect versus non-donorship. The calculation requires a column named 'Role' in your input file and consists of the following rows (specified at the 'Role' column):".

|                   |   |
|-------------------|---|
| Trace             | A trace (all given markers will be used for calculation)  |
| Suspect           | The profile of the suspect (or accused or defendant, or the profiles of the suspects if multiple) |
| Known Contributor | The profiles of additional known contributors (optional)  |

The only thing to enter after uploading your file is the number of unknown contributors.

There are two main options for calculation:

- Calculate Y-STR Mixture using your Excel-, OpenOffice- or CSV-spreadsheet
- Manually enter the haplotypes to calculate Y-STR Mixture

At the bottom, there are two links: "If you don't know how to export your samples using Applied Biosystems® GeneMapper® ID/ID-X please read our instructions." and "If you don't know how to set up an Excel-, OpenOffice- or CSV-spreadsheet for Y-STR mixture calculation, please see our example or read our instructions."

# PRÓXIMOS DESAFÍOS



Forensic Science International: Genetics

Volume 41, July 2019, Pages 83-92



CaseSolver: An investigative open source expert system based on EuroForMix

Øyvind Bleka <sup>a</sup>, Lourdes Prieto <sup>b</sup>, Peter Gill <sup>a,c</sup>



```
dens <- density(data, n = npts)
dx <- dens$x
dy <- dens$y
if(add == TRUE)
  plot(0., 0., main,
       ylab,
       if(orientat
dx2 <- (dx - min(dx), dx)
x[1.]
dy2 <- (dy - min(dy), dy)
y[1.]
seqbelow <- rep(y[1.], length(dx))
if(Fill == T)
  confshade(dx2, seqbelow, dy2
```



# Muchas Gracias



[claudia.v.silva@inmlcf.mj.pt](mailto:claudia.v.silva@inmlcf.mj.pt)