

El estudio de la evolución del linaje homínido se basa en el hallazgo de registro fósil adecuado para conocer el rol de factores genéticos, anatómicos, ecológicos y culturales en la formación de nuestra especie. El hallazgo hecho por Mary Leakey, en 1978 (Laetoli, Tanzania), de huellas de homínidos (eventualmente de *Australopithecus afarensis*), sobre restos de lava volcánica de 3.6 millones de años de antigüedad, ofrece un registro único para estimar la talla de nuestros ancestros y poner a prueba hipótesis sobre la adquisición del bipedalismo en homínidos (Fuente: Agnew y Demas, 1998). En este trabajo práctico Ud. estimará el valor de dos variables de tamaño plantar en imágenes digitales de huellas del registro Laetoli, y las comparará con los valores obtenidos en una población humana actual. En esta última registrará, además, el peso y la talla. Con estos datos, y utilizando una función de regresión lineal, inferirá el peso y la talla de *A. afarensis*. El análisis de sus resultados y de los obtenidos por sus compañeros servirá de base para discutir el carácter temprano o tardío de la adquisición del bipedalismo en homínidos. La herramienta analítica adquirida en este seminario es, además, aplicable a problemas de antropometría forense y radiológica.

### **Actividades**

1. Mida el largo y ancho del pie (vista plantar) de las huellas derechas disponibles en los archivos "HUELLAS1.JPG" y "HUELLAS2.JPG", registrando las distancias que se muestran en la Figura 1. Utilice el programa TPSDig (Comando *Options*, Funciones *Set Scale* y *Make linear measurements* ) , según se muestra en la Figura 2a.
2. Con ayuda de una huincha de medir, registre en el pie derecho, descalzo, estas distancias en Ud. y en 5 adultos: 2 de su mismo sexo y 3 del sexo opuesto. Estas personas no deben ser alumnos(as) del curso. Obtenga, además, los datos correspondientes de peso y talla.
3. Digite las mediciones en una plantilla *Excel*, con las variables en las columnas (LAR, ANC, PESO, TALLA) y los individuos en las filas (HUELLAS -designadas según código de origen-, HOMBRES, MUJERES), tal como se muestra en la Figura 2b.
4. Estime el promedio, la varianza y la desviación estándar de cada variable, como se muestra en la Figura 2c. Compare los promedios entre HOMBRES y MUJERES para LAR y TALLA, ocupando una prueba de t (Test de t o Student) (detalles en Fig. 2d). Obtenga la ecuación de la función de regresión lineal para los datos de la población humana actual graficando LAR vs TALLA y ARC vs TALLA. Para ello, seleccione con el mouse la columna LAR, y luego, pulsando la tecla "Control" de su teclado, seleccione la columna TALLA. Pulse el botón "Asistente para gráficos" () . En el paso 1 ("Tipo de gráfico") ejecute las opciones XY (Dispersión) y "Terminar". Sobre el gráfico pulse, con el botón derecho del ratón, cualquiera de los puntos del gráfico. Aparecerá una nueva ventana con "tipo de tendencia Lineal" preseleccionada. Pulse el botón "Opciones", seleccione "Presentar ecuación en el gráfico", "Presentar valor de R<sup>2</sup> en el gráfico" y "Aceptar". Copie los valores de a y b contenidos en la función general de regresión lineal ( $y = ax + b$ ), donde  $x = \text{LAR}$ ,  $y = \text{TALLA}$ ,  $a =$  incremento de  $x$  en función de  $y$ ,  $b =$  intersección en el eje  $y$ , que es constante. Copie el valor de R<sup>2</sup> (correlación de la variación de  $x$  respecto de  $y$ , con valores extremos de 0 y 1). Estime la talla de *Australopithecus* (variable  $y$ ) como función de los valores  $a$  y  $b$ . Por ejemplo, si la función de regresión obtenida con sus datos es  $y = 2,8073x + 83,318$ , entonces para  $x = 20.39$  (valor de LAR en la imagen plantar de *Australopithecus*),  $y = 2,8073(20.39) + 83,318 = 140.55$  cm. de estatura. Bajo los supuestos del modelo de regresión, el resultado es confiable, dada la alta correlación entre las variables ( $R^2 = 0,9712$ ). Ejecute los pasos anteriores contrastando LAR vs PESO y ANC vs PESO.

### **Discusión**

1. ¿Cómo explica las diferencias en los promedios y las varianzas de los valores LAR y ANC, TALLA y PESO? ¿Influye la variable sexo en estos valores?  
¿Cómo afecta este factor el estudio de huellas fósiles pertenecientes a individuos de sexo indeterminado?

<sup>1</sup> Basado en, con modificaciones mayores, Randak, S. 1999. Footsteps in Time, *Evolution & the Nature of Science Institutes*, manuscrito electrónico obtenido de [www.indiana.edu/~ensweb](http://www.indiana.edu/~ensweb) (24062002).

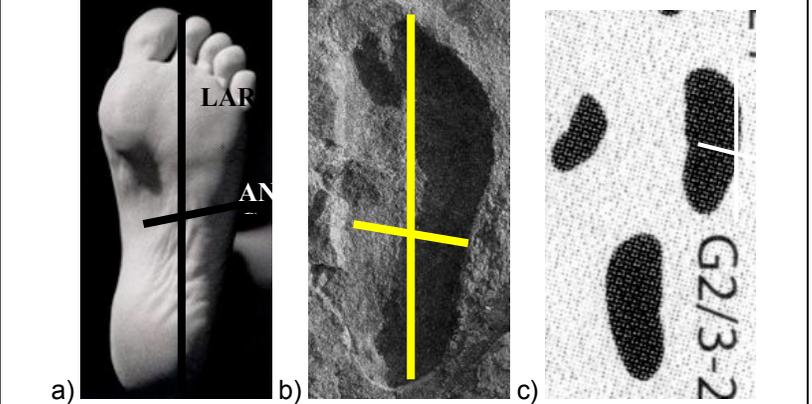
2. Comparando los resultados obtenidos para el valor de R2 al contrastar las mediciones plantares con TALLA y PESO ¿Qué variable plantar tiene una mayor correlación con TALLA (PESO)?  
¿Cómo explica esta diferencia en los valores de R2?
3. ¿Cuál es el tamaño promedio (estimado) de *A. afarensis*?  
¿Qué lugar ocupó el bipedalismo en la evolución de los homínidos? (comparar con encefalización, adquisición del lenguaje, etc.)

Elabore un informe de una página como máximo, con la respuesta a estas preguntas. Plazo de entrega, una semana.

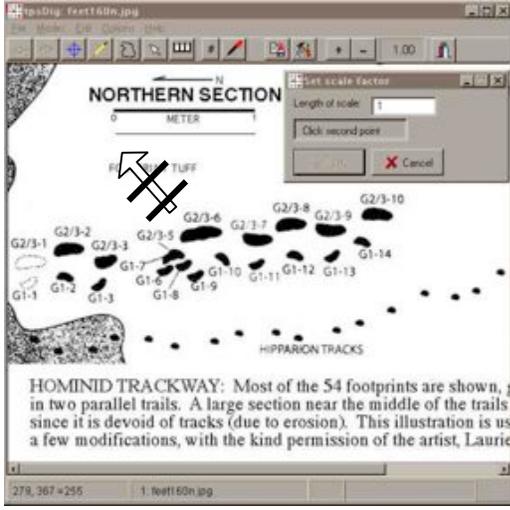
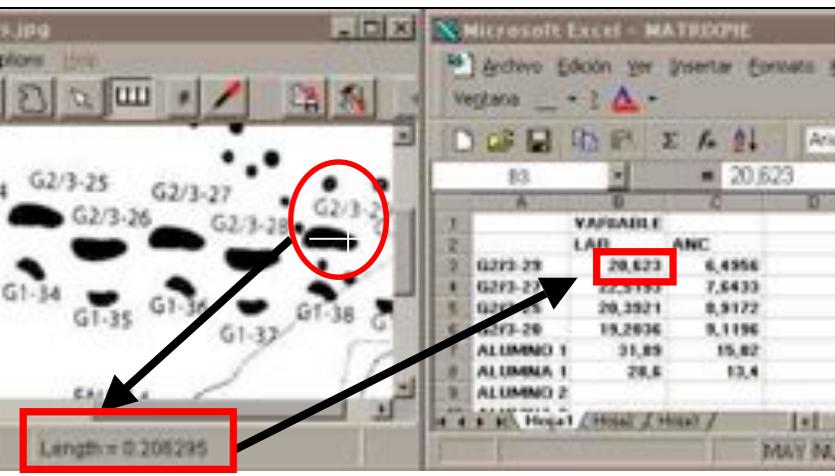
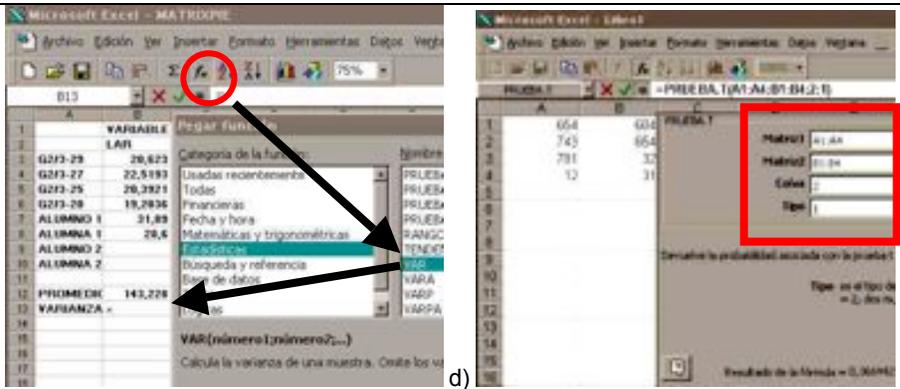
### **Referencias**

Agnew, N. & M. Demas, 1998. Preserving the Laetoli Footprints. *Scientific American* 279: 26-37  
 Rohlf, JF. TpsDig, version 1.25, Ecology and Evolution, SUNY at Stony Brook  
[\(http://life.bio.sunysb.edu/morph/\)](http://life.bio.sunysb.edu/morph/)

**Figura 1**

Hito anatómico	Definición	Ilustraciones: a) Vista plantar de humano actual, b) Huella del registro de Laetoli, c) Siluetas de b), sobre las que deben hacerse las mediciones usando el programa TPS Dig. Detalles en el texto
Largo del pie (LAR)	Distancia entre la base del talón y la punta del ortejo mayor	
Ancho menor del pie (ANC)	Distancia entre bordes plantar externo (a la altura del escafoides) y plantar interno (a la altura del cuboides)	

**Figura 2**

Función	Ventana
<p>b) Programa TPSDig (Rohlf, 1998), activado con la función de medición lineal. La flecha con barras laterales se utiliza para demarcar el tamaño de la escala (en este caso, equivalente a 1 metro). Se pulsa con el ratón sobre el inicio de la escala, y luego sobre el final. Se acepta el ingreso pulsando OK, y se procede a la medición de las huellas. Este programa permite el uso de cualquier imagen digital en los formatos estándar (BMP, JPG, TIF, etc). Se recomienda usar JPG.</p>	 <p>a)</p>
<p>b) Programa TPSDig (izquierda), con el valor LAR de una de las huellas del individuo G2/3-29. Este valor se registra manualmente en una plantilla Excel (derecha). Se recomienda tener abiertas las ventanas de ambas aplicaciones al hacer el registro de los datos.</p>	 <p>b)</p>
<p>c) Uso del botón de funciones (fx) para cálculo de la Varianza en la categoría "Estadísticas", en Excel. Para el cálculo de los promedios se debe seleccionar la función PROM,  d) Uso de la función PRUEBA T (Test de t o Student) en la categoría "Estadísticas". Las celdas deben completarse como sigue: Matriz 1 y Matriz 2= grupos cuyos promedios se va a comparar (HOMBRES y MUJERES, por ejemplo). Colas= 2, Tipo= 1 (datos pareados). Resultado= valor de p, o probabilidad de que las diferencias entre los promedios de ambos grupos se expliquen sólo por el azar</p>	 <p>c) d)</p>