

*MODELIZACIÓN ESTADÍSTICA
DE LA SUERTE DE VARAS**

Rafael Pino Mejías, Antonio Rufián Lizana,
Joaquín Muñoz García**



I. INTRODUCCIÓN



El estudio de cualquier proceso real, usando herramientas matemáticas, suele empezar siempre por una adecuada modelización, lo que supone expresar con el lenguaje de las matemáticas una situación que puede ser compleja y llena de matices, como ocurre en el desarrollo de la lidia de un toro y, en particular, en el objeto de nuestro análisis, que trata de la suerte de varas. La modelización puede abordarse, entre otras, de dos formas distintas; o bien se construye un modelo que exprese la realidad de lo que se observa, como puede ser el caso de los modelos económicos o los meteorológicos, o bien se construye un modelo al que debe ajustarse el fenómeno o la actividad que se estudia. El caso que nos ocupa se enmarca en la segunda opción, ya que la suerte de varas se ha de ajustar a unas suposiciones reglamentarias y a unos objetivos a conseguir en el toro, de los que trataremos posteriormente. En el planteamiento de esta situación

* 2ª Parte del artículo aparecido en Revista de Estudios Taurinos nº 25, págs. 235-262.

** Departamento de Estadística e Investigación Operativa. Facultad de Matemáticas, Universidad de Sevilla {rafaelp, rufian, joaquinm}@us.es

debemos ser conscientes de la dificultad de expresar mediante fórmulas u otro tipo de ecuaciones matemáticas la enorme variedad de circunstancias que pueden darse en la lidia de los toros, tanto por el comportamiento imprevisible del animal, como por la reacción que pueden tener los actores intervinientes en la corrida, como son los toreros y sus cuadrillas. Por este motivo, la construcción del modelo tendrá que ser necesariamente estocástico o probabilístico, descartando, por tanto, la posibilidad de trabajar con un modelo determinístico en el que las componentes aleatorias no tengan cabida. En cualquier caso, siempre será necesario hacer algunas hipótesis que se ajusten al modelo estudiado, por lo que el modelo se parametrizará, cuidando de que no se desvirtúe la realidad del proceso observado y que sea posible, modificando los parámetros del modelo, ajustarnos a las observaciones, de forma que la variabilidad de los parámetros reflejará situaciones diferentes. Así debemos tener en consideración el fenómeno a estudiar, junto con las reglamentaciones que regulan el proceso.

El tercio de varas o el tercio de los picadores es una de las partes que componen el desarrollo normal de la lidia de un toro. Concretamente, el tercio de varas se realiza después del primer encuentro entre el matador y el toro, es decir los picadores hacen su irrupción en el ruedo después de que el matador haya fijado al toro, lanceándolo con la capa. El primer tercio tiene mucha importancia dentro de la lidia, puesto que, aparte de servir para restar fuerzas a los toros, podemos medir la bravura de éstos. *Pepe-Hillo*, describe esta suerte de la siguiente manera en su *Tauromaquia* (2008):

«La suerte de picar de frente al caballo se ejecuta situándose el picador en la rectitud del terreno que ocupa el toro; y luego que éste parte y llega a la jurisdicción le pone la garrocha en el cervigullo, y abre al mismo tiempo el caballo por la izquierda, y cargándose sobre el toro, lo despide por la cara de dicho caballo o en línea paralela con él».

La suerte de varas ha evolucionado considerablemente con el paso de los tiempos. Dentro de esta evolución, hubo un hecho que cobró mucha relevancia debido a las polémicas que suscitó. Este fue el de la protección del caballo, pues hemos de recordar que el caballo en un principio no estaba protegido por el actual peto que conocemos y que vemos en las plazas de toros, sino que salía al ruedo para realizar la suerte de varas sin ningún elemento de protección. Solucionado este problema al final de la década de los 50, se instauraron algunos elementos más, como las dos curvas cerradas que se inscriben en el ruedo para delimitar los terrenos del toro y del picador. Con esta nueva regla se pensó también en dar ventajas al toro, ya que cuando no existían las rayas que delimitan los terrenos, el varilarguero tenía más ventajas a la hora de realizar la suerte de varas, puesto que el toro, al no existir líneas, no podía arrancarse a la cabalgadura con toda su fuerza y bravura. Con estas rayas dibujadas en la arena se marcaron los terrenos de ambos y se dejó de colocar al toro prácticamente debajo del estribo, dando más opciones de defensa al animal.

La suerte de varas sirve para medir la bravura del animal, así como dosificar sus fuerzas para el resto de la lidia. El picador usa la puya para hacer sangrar al toro y comprobar su reacción ante el castigo, y además le resta acometividad a la embestida, dejándolo en condiciones óptimas para la faena de muleta. Otro objetivo de la suerte de varas es evitar que los toros embistan durante la lidia levantando la cabeza, de forma que queden con la cabeza ahormada. Las heridas que desgarran el morrillo, o los músculos de la región, les obligan a mantener el cuello en línea recta y, por lo tanto, todas las embestidas posteriores las realizarán humillando y con movimientos menos bruscos.

Tradicionalmente también se decía que otro de los fines era descongestionar al animal, pues como consecuencia del estrés de la lidia se produce congestión, pero conociendo que el

volumen de sangre normal que se pierde como consecuencia de la suerte oscila entre 1,5 y 2,5 litros, es decir menos del 10% del volumen total de sangre circulante, este fin queda en entredicho.

II. LA SUERTE DE VARAS EN EL REGLAMENTO TAURINO DE ANDALUCÍA

Tal como se ha indicado, la suerte de varas ha de ajustarse a una serie de condiciones que están reguladas en el R.T.A. (2006). Así pues, a la hora de analizar, como pretendemos, diversos modelos de la suerte de varas a lo largo de una feria taurina, es necesario considerar la reglamentación que regula dicha suerte, con la suposición de que el desarrollo de la lidia deberá ajustarse a lo legislado, aunque con algunas matizaciones que posteriormente veremos.

Todas la Tauromaquias y reglamentos especifican que el sitio en el que se ha de picar es el morrillo o cerviguillo, y así se ha venido reglamentando desde la Tauromaquia de José Delgado (Pepe-Hillo) (2008), ya citada, que data de finales del siglo XVIII, hasta el reglamento actual, en que se especifica que la puya se coloque en el morrillo de forma preferente. La Fig. n.º 26 ilustra la posición del morrillo, en concreto la región identificada en el gráfico por la letra A. Dicho gráfico está extraído del artículo “Lesiones producidas por la suerte de varas en la segunda parte de la feria de San Isidro de 1998”, de Julio Fernández Sanz y Juan Villalón (1999).

El sitio donde se sitúe la puya es fundamental en el desarrollo posterior de la lidia, tal y como se recoge en el estudio de Julio Fernández Sanz y Juan Villalón (1999), citado anteriormente, donde se señala que «el 42,39 % de los puyazos fueron aplicados sobre la región de la cruz, el 34,06 % justo por debajo de dicha región, el 2,53 % en las paletillas y el 16,30 % restante muy trase-ro (en el dorso o por debajo de éste)». Quiere esto decir que el

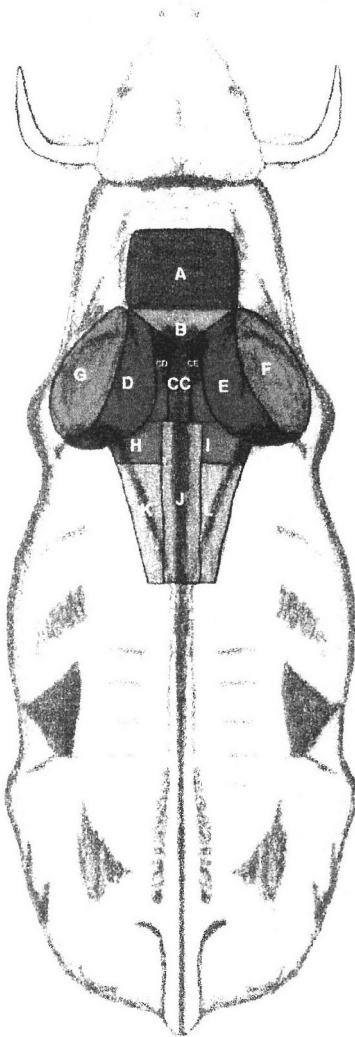


Fig. n.º 26.- Zonas anatómicas del toro. El morrillo es la zona A.

picador apuntó más bien a la zona de la cruz, donde se encuentran los músculos y cartílagos que unen ambas extremidades entre sí y al tronco, y que nada tienen que ver con los músculos extensores o elevadores de la cabeza, y sí mucho que ver con la unión muscular de ambas extremidades, que es vital para la locomoción del toro. En conclusión, del trabajo antes citado se deduce que picar en dicha zona resta movilidad al toro o dificulta su locomoción al afectar al aparato locomotor y no a los músculos del cuello. Al picar en la zona de la cruz pueden producirse y, de hecho se producen en ocasiones cojeras transitorias o pérdida de manos. En resumen, al picar en el morrillo, no se lesiona ningún órgano vital, no se producen lesiones nerviosas, y tan sólo se afectan los músculos responsables de levantar la cabeza, lo que no ocurre cuando se pica en otra zona. Desde un punto de vista técnico debiera reglamentarse esta zona como lugar en que se debe picar de forma obligada.

Otro de los aspectos importantes que interesan en la suerte de varas, además de la colocación del puyazo, es la profundidad que alcanza medida a partir de la piel del toro. En el trabajo anterior citado de Julio Fernández Sanz y Juan Villalón (1999) se ha determinado que la longitud media de cada herida es de 21,06 centímetros (en adelante cms.), existiendo trayectorias que median más de 30 cms. de profundidad. Por tanto, la puya, que desde la punta de la pirámide hasta la cruceta mide 8,7 cms., ha llegado a entrar hasta casi 4 veces su longitud. Este hecho se ha producido inequívocamente al picar en zonas blandas, en que la puya penetraba con poca dificultad, unido a la contracción de la musculatura del dorso del animal al apretar contra el caballo.

III. MODELO ESTOCÁSTICO PARA LA SUERTE DE VARAS

Este modelo tendrá dos componentes que, en principio, se pueden considerar independientes; una que es la que nos indica

el lugar del puyazo y otra la profundidad. Por tanto, aunque se genere una expresión única, se pueden presentar dos funciones para su comprensión de forma aislada. En la primera se hará el planteamiento para el punto donde se administra el puyazo y en la segunda la profundidad del mismo.

III.I. Proceso de Poisson no homogéneo para la localización del puyazo

Para construir un modelo matemático es necesario disponer de una estructura formal que identifique las variables que intervienen en el mismo. Por lo tanto, y tras lo indicado previamente, el modelo se precisa por el punto de contacto (o rotura de la piel) del puyazo y la profundidad del puyazo. El punto de contacto puede ser descrito mediante un par de coordenadas $z=(x, y)$, expresadas en centímetros, que permitan localizar la posición del puyazo respecto del centro del morrillo del toro, que se fija como origen de coordenadas $O=(0,0)$. La coordenada x sitúa horizontalmente la localización del puyazo dentro de la superficie del morrillo, visto desde la posición del picador, mientras que la coordenada y delimita la posición del puyazo sobre el eje vertical (desde la cabeza hasta el rabo). Por ejemplo, un par de coordenadas $z=(-2,3)$ sitúan un puyazo 2 centímetros a la izquierda del centro del morrillo y 3 centímetros por encima de dicho centro, todo ello desde la perspectiva del picador.

Definiendo como región más cercana al centro del morrillo, representado en la Fig. n.º 26 por A, un cuadrado de 14 centímetros de lado, $[-7,7] \times [-7,7]$, en la Fig. n.º 27 se ilustra la posición de 50 puyazos generados de forma completamente aleatoria alrededor del centro del morrillo, es decir, suponiendo que la localización z sigue una distribución uniforme, y suponiendo que se pueden producir desviaciones horizontales de hasta 14 centímetros (a la izquierda o derecha del centro), y verticales de 14 centímetros (por debajo) ó 21 centímetros (por

encima del centro). Todos los cálculos y representaciones gráficas de este trabajo han sido realizados con el sistema estadístico R (R Development Core Team, 2008).

La Fig. n.º 27 ilustra que el modelo sin restricciones definido por la distribución uniforme no puede ser empleado para describir la localización del puyazo en la suerte de varas, puesto que se producen desviaciones inadmisibles; de hecho una mayoría de puyazos se sitúan fuera de la región más cercana al centro,

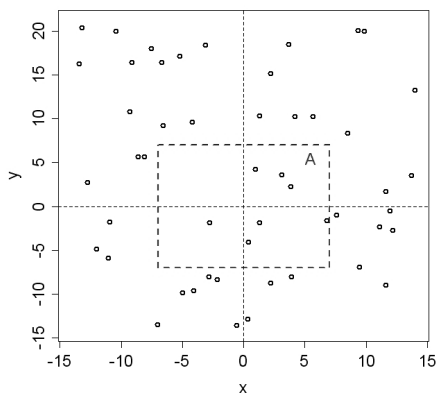


Fig. n.º 27.- Localización de 50 puyazos generados de forma aleatoria en torno al centro del morrillo.

que se identifica, al igual que en la Fig. n.º 26, con la letra A. En esta hipótesis ni siquiera se produce, como sería deseable, una concentración de puyazos en torno al origen. Este modelo, por tanto, no parece adecuado y además podría dar lugar a la aparición de lesiones en el toro como las descritas en el apartado 2, que podrían hacerlo inútil para los tercios posteriores.

Se hace necesario, pues, construir un modelo que permita una mayor concentración de puyazos en torno al centro del cerviguillo y que sea más respetuoso con los reglamentos taurinos y los objetivos fisiológicos que rigen la suerte de varas. En esta búsqueda de un modelo estocástico más apropiado, teniendo en cuenta estos requerimientos y otras hipótesis que permiten evitar posibles ambigüedades, Muñoz García (2008) propuso el modelo Poisson no homogéneo, admitiendo de nuevo el centro del morrillo $O=(0,0)$, de forma que el valor de la función de intensidad en el punto $z=(x,y)$ viene definido por la siguiente expresión: (1)

$$\lambda(z) = \lambda(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \left(\exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} \right) \right) \right) \quad (1)$$

Los parámetros σ_x , σ_y pueden suponerse iguales, ya que por lo indicado previamente se producen lesiones al desviarse del centro del cerviguillo en cualquier dirección. En el caso $\sigma_x = \sigma_y = 0$ el puyazo se situaría siempre en el centro del morrillo, sin ningún tipo de desviación, como ilustra la Fig. n.º 28, donde se utilizan las mismas regiones en torno al centro del morrillo que en la Fig. n.º 27. Por el contrario, mientras mayor sean los valores de σ_x y σ_y , más variabilidad en torno al centro del morrillo será admitida. Este modelo puede ser simulado con la ayuda de la librería *spatstat* disponible en R (Baddeley y Turner, 2005). Las Figs. n.ºs 29, 30, 31 y 32 ilustran la posición de 50 puyazos generados de acuerdo al modelo Poisson no homogéneo (1), para valores de σ_x y σ_y iguales a 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Mientras que para valores 1 y 2 los puyazos tienden a situarse en torno al centro del morrillo (Figs. n.ºs 29 y 30), para los valores 3 y 4 se observan puyazos situados fuera del cuadra-

do que delimita la región más cercana al morrillo (Figs. n.ºs 31 y 32). En las Figs. n.ºs 33, 34, 35 y 36 se representa la función intensidad para los valores 1, 2, 3 y 4 de σ_x y σ_y , vistas desde la izquierda del toro mientras embiste al caballo. Se observa cómo la forma de la función va siendo cada vez menos *picuda* al crecer la variabilidad admitida, mientras que se va extendiendo la región en torno al morrillo, para la que la función intensidad toma valores no nulos.

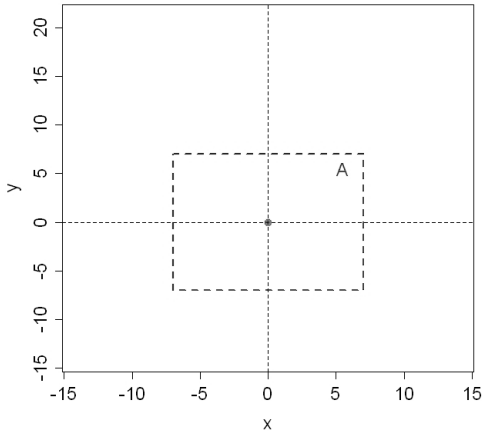


Fig. n.º 28.- Localización de los puyazos generados mediante el proceso de Poisson no homogéneo, modelo ideal, $\sigma_x = \sigma_y = 0$.

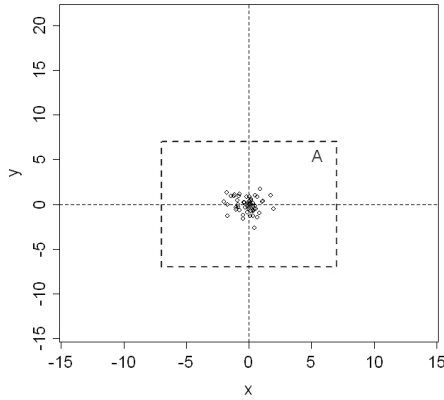


Fig. n.º 29.- Localización de 50 puyazos generados mediante el proceso de Poisson no homogéneo, $\sigma_x = \sigma_y = 1$.

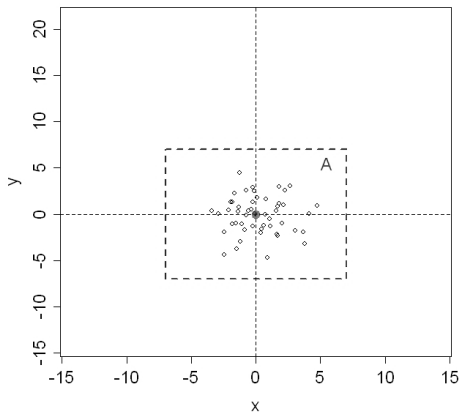


Fig. n.º 30.- Localización de 50 puyazos generados mediante el proceso de Poisson no homogéneo, $\sigma_x = \sigma_y = 2$.

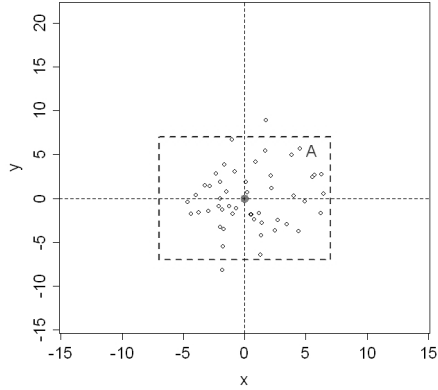


Fig. n.º 31.- Localización de 50 puyazos generados mediante el proceso de Poisson no homogéneo, $\sigma_x = \sigma_y = 3$.

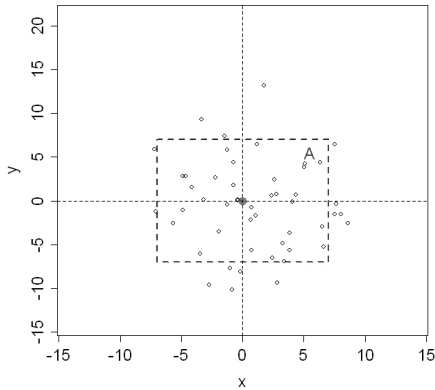


Fig. n.º 32.- Localización de 50 puyazos generados mediante el proceso de Poisson no homogéneo, $\sigma_x = \sigma_y = 4$.

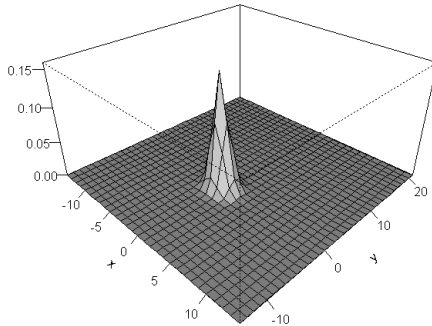


Fig. n.º 33.- *Función intensidad* del proceso de Poisson no homogéneo, $\sigma_x = \sigma_y = 1$.

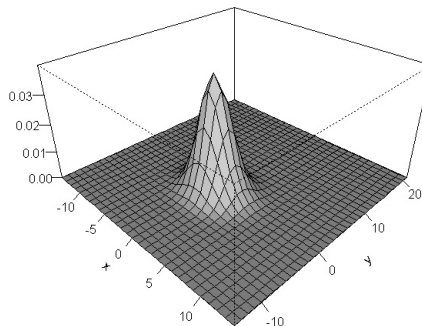


Fig. n.º 34.- *Función intensidad* del proceso de Poisson no homogéneo, $\sigma_x = \sigma_y = 2$.

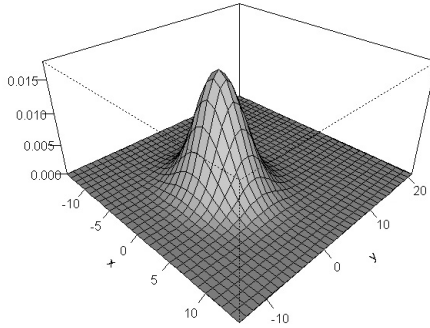


Fig. n.º 35.- *Función intensidad* del proceso de Poisson no homogéneo, $\sigma_x = \sigma_y = 3$.

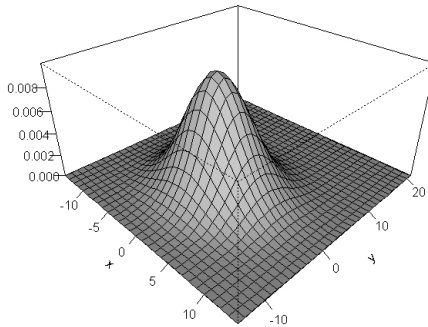


Fig. n.º 36.- *Función intensidad* del proceso de Poisson no homogéneo, $\sigma_x = \sigma_y = 4$.

III.II. Comparación del proceso de Poisson no homogéneo y la distribución uniforme.

En este apartado se realiza una comparación empírica y gráfica de los modelos de localización del puyazo basados en el proceso de Poisson no homogéneo y la distribución uniforme. En primer lugar se han generado 50 puyazos de forma independiente y de acuerdo a una ley uniforme en el rectángulo descrito en el apartado anterior, y a continuación se han generado otros 50 puyazos independientes entre sí pero suponiendo que se localizan en el rectángulo de referencia de acuerdo al modelo (1), tomando $\sigma_x = \sigma_y = 2$. La Fig. n.º 37 ilustra el resultado. Se puede observar que los puyazos resultantes de la ley uniforme se distribuyen prácticamente por todo el rectángulo, mientras que los puyazos generados mediante el modelo propuesto por Muñoz García (2008) tienden a agruparse en torno al eje de coordenadas, es decir, en torno al cerviguillo del toro.

En la Fig. n.º 38 se presentan los resúmenes caja y bigotes para las distancias euclídeas al cerviguillo. En este tipo de gráficos se representa una caja central que se extiende entre el primer y el tercer cuartil, con una línea dentro de la caja que es la mediana, mientras que de la caja salen segmentos arriba y abajo hasta los valores mínimo y máximo. Se puede observar que la mayoría de puyazos generados mediante el modelo Poisson están a una distancia inferior a 5 centímetros del cerviguillo, todo lo contrario de lo que ocurre con los puyazos generados de forma uniforme, en los cuales de hecho la mitad están incluso a una distancia superior a 15 centímetros.

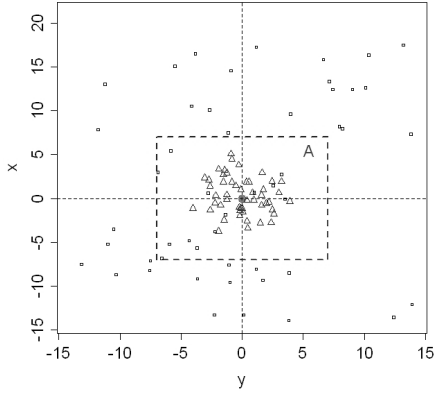


Fig. n.º 37.- 50 puyazos según los modelos Uniforme (puntos) y Poisson no homogéneo (triángulos) con $\sigma_x = \sigma_y = 2$.

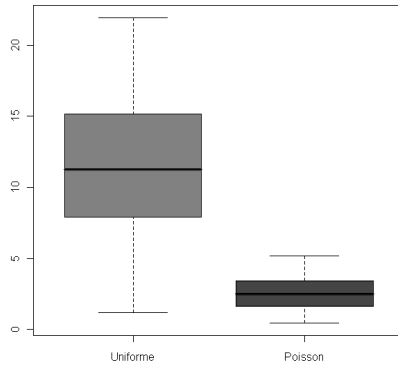


Fig. n.º 38. Distancias al cerviguello de los 50 puyazos según los modelos Uniforme y Poisson no homogéneo con $\sigma_x = \sigma_y = 2$.

III.III. Proceso de Poisson marcado para la localización y profundidad del puyazo.

Además de por la localización, un puyazo viene definido también por la profundidad alcanzada. En un punto $z=(x,y)$, se puede suponer, de acuerdo a la modelización de Muñoz García (2008), que la profundidad asociada m_z es una variable aleatoria normal que depende de una media m y una desviación típica σ_m , por lo que la función de densidad de la profundidad viene dada por

$$h(m_z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_m} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{(m_z - m)^2}{\sigma_m^2}\right\}$$

y por tanto el modelo estocástico para un puyazo tendrá la siguiente función de intensidad conjunta del proceso de Poisson no homogéneo marcado,

$$g(z, m_z) = \lambda(z)h(m_z) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \left(\exp\left(-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)\right) \right) \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_m} \exp\left\{-\frac{1}{2} \frac{(m_z - m)^2}{\sigma_m^2}\right\}$$

La Fig. n.º 39 contiene una representación gráfica de la función de densidad de la profundidad, admitiendo una profundidad media $m=10$ centímetros, y σ_m tomando valores 1, 2 y 3 centímetros. A mayor valor de la desviación típica mayor es la variabilidad en torno a la profundidad media.

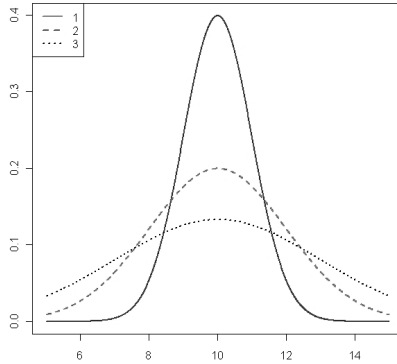


Fig. n.º 39.- Representación de la función de densidad de la profundidad del puyazo, $m=10$, $s_m=1,2,3$.

IV. CONCLUSIONES

El modelo propuesto es interesante para las ferias taurinas, ya que permite valorar si durante una feria se ha respetado de forma ortodoxa lo que se prevé reglamentariamente y se aconseja fisiológicamente en cuanto a la suerte de varas. Además cada feria puede fijar los valores s_x , s_y , teniendo en cuenta que de acuerdo con las representaciones gráficas mostradas, mientras menor sean los valores de dichos parámetros más exigentes serán las ferias en cuanto a las recomendaciones del reglamento.

Similares conclusiones pueden extraerse en relación con la profundidad del puyazo, de modo que las ferias taurinas pueden fijar la profundidad media m y la desviación típica s_m , de modo que cuanto menor sea ésta, más exigente serán las ferias con respecto a alcanzar la profundidad previamente fijada.

El modelo también puede ser útil para que los propios picadores evalúen sus actuaciones a lo largo de la temporada, o en su actividad a lo largo del año. Para poder llevar a cabo esta evaluación, es necesario conocer para cada toro de cada feria el lugar y profundidad del primer puyazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Baddeley, A., Turner, R. (2005): “Spatstat: an R package for analyzing spatial point patterns”. *Journal of Statistical Software*, 12 (6), 1-42.
- Delgado, José (Pepe-Hillo) (2008): *Tauromaquia o arte de torear*. Editorial Extramuros S.L.
- Fernández Sanz, J. y Villalón, J. (1999): “Lesiones producidas por la suerte de varas en la segunda parte de la feria de San Isidro de 1998”. *Revista de Estudios Taurinos*, n.º 9. págs. 113-139.
- Junta de Andalucía (2006): Decreto 68/2006, de 21 de Marzo por el que se aprueba el Reglamento Taurino de Andalucía. Edita Consejería de Gobernación. Dirección General de Espectáculos Públicos y Juego.
- Muñoz García, J. (2008). “Un modelo estocástico para la suerte de varas en una feria taurina”. *Revista de Estudios Taurinos*. n.º 25. págs. 235-262.
- R Development Core Team (2008). “R: A language and environment for statistical computing R Foundation for Statistical Computing”, Viena, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>

