

# Inversiones frente a epidemias

Ernesto Franco<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física, ESFM-IPN, México CDMX., México

<sup>2</sup>Departamento de Matemáticas, CINVESTAV-IPN, México CDMX., México

E-mail: efrancoc1501@alumno.ipn.mx

**Resumen** — En este proyecto analizaremos la opción de invertir en unidades de caballar para su reproducción y venta, frente a una enfermedad que esta afectando a los potros recién nacidos. Se desea obtener una estrategia donde se tengan ganancias. El análisis se llevara a cabo por medio de la construcción de cadenas de Markov y el modelo SIR simple utilizando el lenguaje de programación de Python.

**Palabras Clave** – inversión, estocástico, SIR

**Abstract** — In this project, we will analyze the option of investing in horse units for breeding and sale, in the face of a disease affecting newborn foals. The goal is to develop a strategy that ensures profitability. The analysis will be carried out through the construction of Markov chains and the simple SIR model using the Python programming language.

**Keywords** – Investing, stocastic, SIR

## I. INTRODUCCIÓN

Es bien sabido que la pandemia del año 2020 trajo rezagos en la economía mundial, dicha pandemia afecto a la población en distintas áreas, tanto sociales como políticas. Al escuchar pandemia puede que muchos inversionistas no asuman el riesgo de invertir y mas aun si esta pandemia afecta indirecta o directamente en sus inversiones, pero ¿qué pasara cuando invertimos en un mercado donde el semoviente en el que se invertirá es el único afectados por una enfermedad? Invertir en el área ganadera es un riesgo muy alto al que cualquier inversionista se puede enfrentar, en especial cuando se es nuevo en el área. Los ejemplares de caballar son muy cotizados en el mercado mexicano en especial aquellas razas equinas que son autóctonos, como lo es el caballo Azteca (raza que estudiaremos en este proyecto), un modelo estocásticos con cadenas de Markov seria de gran utilidad para estudiar las probabilidades de crecimiento en la población equina, junto con el modelo SIR, forman dos fuertes herramientas para hacer estimaciones sobre nuestras inversiones.

## II. METODOLOGÍA

A. *Enfoque de investigación.* El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se centra en el análisis numérico y modelado matemático de la población equina, con el objetivo de estimar las posibles ganancias al invertir en este mercado.

B. *Diseño de investigación.* El diseño es de tipo experimental, ya que se desarrollaron modelos matemáticos y simulaciones para analizar el crecimiento poblacional equino y el impacto de enfermedades, utilizando datos recopilados de fuentes secundarias y casos reales.

C. *Población y muestra.* La población objetivo son los equinos en el mercado mexicano, con un enfoque en razas cotizadas por su valor comercial. Los datos necesarios para este análisis se obtuvieron a partir de la experiencia compartida por ganaderos en foros especializados y artículos de investigación sobre el mercado equino.

D. *Instrumentos y materiales.* Para realizar el análisis, se utilizó software especializado (Python) para modelar el crecimiento poblacional y el comportamiento de enfermedades equinas. Los modelos fueron validados mediante la comparación con casos reales, asegurando la fiabilidad de los resultados obtenidos.

E. *Procedimiento.* Selección de raza equina: Se identificó una raza de caballos altamente cotizada en México, con base en estudios de mercado y foros de ganaderos. Como resultado de este estudio se obtuvo que el caballo Azteca es de las razas mas cotizadas en México ademas de que la tasa de natalidad y mortalidad en una año son de 1 y 0.05 respectivamente. Recopilación de datos sobre enfermedades equinas: Se buscaron estudios que identificaran las enfermedades más prevalentes en equinos en el continente americano, priorizando las que tienen mayor impacto económico. Se identifico que la encefalitis equina es una de las enfermedades que más afectan en el continente, se obtuvieron las siguiente tasas de acuerdo al estudio: tasa de contagio del 0.09231 y tasa de recuperación del 0.05. Modelado del crecimiento poblacional: Se desarrolló un modelo utilizando cadenas de Markov para predecir el crecimiento de la población equina considerando los datos recopilados. Se hicieron los siguientes supuestos en la población:

- (a) La población de caballos está encerrada en un área específica donde no hay migración ni depredadores.
- (b) Los potros no se han infectado de ninguna enfermedad hasta el término de los 365 días.
- (c) Los caballos adultos no son afectados por la encefalitis Equina.
- (d) Es un proceso de nacimiento muerte simple (lineal) con  $\lambda_i = \lambda_i$  y  $\mu_i = \mu_i$ .

Se construyo una matriz  $Q$  de tasas de nacimiento y muerte y se resolvió la ecuación diferencial correspondiente a la probabilidad de transición de estados en tiempo continuo:

$$\frac{dP(t)}{dt} = P(t)Q, \quad (1)$$

con solución:

$$P(t) = P(0)e^{Qt} \quad (2)$$

esto con el propósito de conocer la probabilidades de tener una población de tamaño  $N$  en el instante  $t$ . Análisis del impacto de enfermedades: Sobre la población proyectada, se aplicó un modelo SIR (Susceptibles-Infectados-Recuperados) para simular la dinámica de una enfermedad equina y su impacto en la población. Interpretación de resultados: Los datos del modelo SIR se usaron para estimar la rentabilidad del mercado equino, considerando los costos y pérdidas asociados a las enfermedades.

- F. *Análisis de datos.* Los datos recopilados se analizaron mediante los modelos matemáticos descritos. Se evaluaron las tasas de crecimiento poblacional y las dinámicas de infección utilizando parámetros extraídos de la literatura científica y casos validados. Los resultados fueron interpretados para estimar la viabilidad económica del mercado equino.
- F. *Limitaciones metodológicas.* Un supuesto importante en el modelo es que los potros no se enferman durante el período de análisis. Sin embargo, este supuesto no siempre refleja la realidad, ya que los potros también pueden estar expuestos a enfermedades. Esto podría afectar los resultados del modelo, especialmente en las proyecciones de la población y en la evaluación de riesgos asociados a enfermedades. Esta limitación deberá ser considerada al extrapolar los hallazgos y al tomar decisiones basadas en los resultados del estudio.

### III. RESULTADOS

#### A. Referencias

La ecuación se modelo en Python contruyendo la matriz  $Q$  que tiene la siguiente estructura:

$$Q = \begin{cases} j = i + 1, & \lambda i \\ j = i - 1, & \mu i \\ j = i, & -v_i \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{con } v_i = (\lambda i + \mu i) \quad (4)$$

Ademas se uso la libreria *scipy* para obtner los resultado de (2)

Enumere las notas al pie de página por separado como un superíndice. Coloque la nota al pie de página en la parte inferior de la columna donde fue citada la misma. Use letras para notas al pie de página de las tablas (ver la Tabla (??)). No use el prefijo de la revista antes del número volumen. Por ejemplo, escriba “IEEE Trans. Magn., vol. 25” y no escriba “vol. MAG 25”.

Note que las referencias al final de este documento están escritas en el estilo preferente. Escriba los nombres de todos los

autores, no escriba “et al.” excepto cuando hay seis o más autores. Deje un espacio después de los iniciales de los autores. Los artículos que todavía no han sido publicados, incluyendo los artículos en revisión, deben citarse como “no publicado” [4]. Los artículos que ya se aceptaron para la publicación deben citarse como “en prensa” [5].

Escriba con mayúscula solamente la primera palabra en el título del artículo, excepto los nombres propios y símbolos de los elementos. Para los artículos publicados en las revistas traducidas, escriba primero la cita de la versión de revista en inglés y después la cita de la revista en su idioma original [6].

#### B. Abreviaciones y acrónimos

Defina las abreviaciones y los acrónimos la primera vez cuando los use en el texto, aun cuando ya han sido definidos en el resumen. Abreviaciones como IEEE, SI, MKS, CGS, ac, dc y rms no tienen que definirse. Las abreviaciones que contienen puntos no tienen que llevar espacios: escriba “C.N.R.S.” y no “C. N. R. S.”. Se recomienda no utilizar abreviaciones en el título.

#### C. Ecuaciones

Asegúrese que todos los símbolos de la ecuación fueron definidos antes de la aparición de la ecuación en el texto o inmediatamente después. Escriba con letras cursivas las variables ( $T$  puede significar la temperatura, sin embargo,  $T$  es la unidad de medición tesla). Refiérase a una ecuación dentro del cuerpo del texto como “(1)”, no como “Ec. (1)” o “ecuación (1)”, excepto al inicio de una oración: “Ecuación (1) es...”.

#### D. Otras Recomendaciones

El uso de la numeración Romana para los encabezados de las secciones es opcional. Si usted la usa, enumere la Introducción, pero no así el Apéndice, los Agradecimientos ni las Referencias. Use un espacio después de puntos finales y dos puntos. Separe con guiones los modificadores complejos: “la magnetización a campo-cero”. Evite usar los participios suspendidos, como, “Usando (1), el potencial es calculado.” [No está claro quién o qué usó (1).] Escriba en cambio, “El potencial es calculado usando (1),” o “Usando (1), calculamos el potencial.”

Use un cero antes del punto decimal: “0.25”, no “.25”. Use “ $cm^3$ ”, no “cc”. Indique las dimensiones de muestra como “ $0.1\text{ cm} \times 0.2\text{ cm}$ ”, no “ $0.1 \times 0.2\text{ cm}^2$ ”. La abreviación para “segundos” es “s”, y no “seg”. No mezcle nombres completos y abreviaciones de unidades: use “ $Wb/m^2$ ” o “webers por metro cuadrado”, pero no “webers/ $m^2$ ”. Cuando se expresa un rango de valores, escriba “7 a 9” o “7–9”, pero no “7 ~ 9”. Escriba nombres completos de las unidades cuando aparecen en el cuerpo del texto: “... unos henrios”, no “... unos H”.

### IV. DISCUSIÓN

Use cualquiera de los dos sistemas de unidades SI (MKS) o CGS para las unidades primarias. (Use de preferencia el sistema de unidades SI). Unidades Inglesas pueden ser usadas como

unidades secundarias (en paréntesis) en los artículos de almacenamiento de datos. Por ejemplo, escriba “15  $Gb/cm^2$  (100  $Gb/in^2$ )”. Una excepción es cuando las unidades Inglesas son usadas como unidades de comercio, como “disco de 3.5 pulgadas”.

Evite combinar las unidades de distintos sistemas (SI, CGS, etc.). Frecuentemente esto conduce a las confusiones porque las ecuaciones no son correctas dimensionalmente.

## V. CONCLUSIONES

Cuando la frase entre paréntesis se encuentra al final de una oración, el punto final se escribe fuera del paréntesis (como por ejemplo). (Cuando la oración completa se encuentra entre paréntesis, escriba el punto final dentro del paréntesis.)

## APÉNDICE

Los Apéndices, si son necesarios, aparecerán antes de los agradecimientos.

## AGRADECIMIENTOS

Evite usar las expresiones como “Uno de nosotros (J.Q.A.) quisiera dar gracias ...”. Escriba mejor “J. Q. Autor agradece ...”. Los agradecimientos a los patrocinadores y por el apoyo financiero se colocan como una nota al pie sin número en la primera página.

## REFERENCIAS

- [1] D. J. Beebe, “Signal conversion (Book style with paper title and editor),” in *Biomedical Digital Signal Processing*, W. J. Tompkins, Ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1993, ch. 3, pp. 61–74.
- [2] A. M. B. A., & Aniceto, M. S. (n.d.). Las encefalitis equinas: Una Revisión. [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-04772013000200009](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-04772013000200009)
- [3] DI, R. M. E. (2018, August 24). Encefalitis equina: una enfermedad para nuestros amigos equinos. Gustavo Mirabal - Mundo Ecuestre. <https://www.gustavomirabal.es/salud/encefalitis-enfermedades-de-caballos/>
- [4] Shill. (n.d.). GitHub - shill1729/markovChains: R package for simulating, estimating, and modeling with Markov chains. GitHub. <https://github.com/shill1729/markovChains>
- [5] Home - Notes @ ETH Zürich. (n.d.). <https://matchy-at-ethz.github.io/index.html>
- [6] 5. Análisis transitorio de cadenas de Markov — My sample book. (n.d.). <https://modelos-inst.github.io/BookLecturas/chapter4.html>
- [7] Vega, M. V. (2004). Cadenas de Markov de tiempo continuo y aplicaciones [Trabajo Monográfico]. In Universidad de la República, Licenciatura en Matemática. Universidad de la República.
- [8] Martínez, K. G. (2023). Raza de caballo Azteca. Zootecnia Y Veterinaria Es Mi Pasión. <https://zoovetesmipasion.com/caballos/razas-de-caballos/azteca>