

# Simulación de Supervivencia Humana en un Mundo Jurásico

Daniel Angel Arró Moreno Abel LLerena Domingo Pedro Pablo

Alvarez Portelles

*Facultad de Matemática y Computación, U.H.*

Septiembre 13, 2024



# Contents

<b>1</b>	<b>Introducción</b>	<b>3</b>
1.1	Contexto y motivación . . . . .	3
1.2	Objetivos de la investigación . . . . .	3
1.3	Hipótesis . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>4</b>
2.1	Simulación basada en agentes discretos . . . . .	4
2.2	Algoritmos genéticos . . . . .	5
2.3	Sistemas expertos . . . . .	5
2.4	Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs) . . . . .	5
2.5	Supervivencia humana en entornos extremos . . . . .	6
2.6	Algoritmo procedural con ruido de Perlin . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Metodología</b>	<b>7</b>
3.1	Diseño de la simulación . . . . .	7
3.1.1	a. Cambio de clima . . . . .	7
3.1.2	b. Actualización de estados fisiológicos . . . . .	7
3.1.3	c. Mortalidad . . . . .	7
3.1.4	d. Desplazamiento . . . . .	7
3.1.5	e. Interacción con dinosaurios . . . . .	8
3.1.6	f. Toma de decisiones del sistema experto . . . . .	8
3.2	Implementación del algoritmo genético . . . . .	9
3.3	Desarrollo del sistema experto . . . . .	10
3.4	Integración de LLMs para la generación de características genéticas . . . . .	11
3.5	Escenarios de simulación . . . . .	11
3.6	Diseño de la Comunidad . . . . .	12
3.6.1	Aplicar Interacciones Genotípicas . . . . .	12
3.6.2	Cálculo del Ataque . . . . .	12
3.6.3	Cálculo de la Defensa . . . . .	13
3.6.4	Actualización de Estados Fisiológicos . . . . .	14
3.6.5	Interacción con Dinosaurios . . . . .	14
3.6.6	Reproducción . . . . .	14
3.6.7	Mortalidad . . . . .	15
3.7	Diseño del entorno . . . . .	15
3.7.1	Cambio de Clima . . . . .	15
3.7.2	Probabilidad de Buscar Agua . . . . .	15
3.7.3	Probabilidad de Buscar Comida . . . . .	16
3.7.4	Generación de Dinosaurios . . . . .	16

<b>4</b>	<b>Resultados</b>	<b>17</b>
4.1	Generación del mapa con ruido de Perlin . . . . .	17
4.2	Análisis de los datos . . . . .	17
4.3	La Genética y las Habilidades Afectan Significativamente la Supervivencia . . . . .	19
4.4	La Adaptabilidad Mejora la Capacidad de Supervivencia en Entornos Cambiantes . . . . .	20
4.5	Variables que aportan más a la supervivencia . . . . .	22
4.6	Edad promedio de vida . . . . .	23
4.7	Duración de las simulaciones . . . . .	23
4.8	Hipótesis basadas en personalidades . . . . .	24
4.9	Algoritmo genético . . . . .	25
<b>5</b>	<b>Discusión</b>	<b>25</b>
5.1	Interpretación de los resultados . . . . .	25
5.2	Implicaciones para la comprensión de la supervivencia humana en entornos extremos . . . . .	26
5.3	Evaluación de la efectividad del enfoque multimodal . . . . .	26
5.4	Limitaciones del estudio . . . . .	26
<b>6</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>27</b>
6.1	Resumen de los hallazgos principales . . . . .	27
6.2	Respuesta a las hipótesis iniciales . . . . .	27
6.3	Contribuciones a la ciencia de la simulación y estudios de supervivencia . . . . .	27
<b>7</b>	<b>Futuras Líneas de Investigación</b>	<b>28</b>
7.1	Mejoras propuestas para la simulación . . . . .	28
7.2	Exploración de escenarios adicionales . . . . .	28
7.3	Integración de nuevas tecnologías o enfoques . . . . .	28

# 1 Introducción

## 1.1 Contexto y motivación

En los últimos años, la simulación basada en agentes ha ganado relevancia en diversos campos de investigación debido a su capacidad para modelar sistemas complejos, como ecosistemas, redes sociales y dinámicas de interacción en diversos entornos. Esta metodología permite observar el comportamiento emergente de los agentes individuales y sus interacciones en el contexto de un sistema global. Un caso particular de interés es la simulación de entornos extremos, como el escenario que se presenta en un mundo jurásico.

La idea de un mundo en el que los humanos coexisten con dinosaurios plantea preguntas intrigantes sobre la capacidad de adaptación y supervivencia de la humanidad. Este tipo de simulación no solo ofrece una oportunidad para explorar cómo los humanos podrían comportarse frente a amenazas desconocidas, sino que también permite probar teorías sobre la evolución, la genética y la cooperación en situaciones de vida o muerte.

Con el desarrollo de tecnologías avanzadas como los algoritmos genéticos, los sistemas expertos y los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs), se abre la posibilidad de crear simulaciones más precisas y detalladas, donde se puedan probar hipótesis complejas relacionadas con la supervivencia humana en entornos adversos. Estas tecnologías permiten modelar tanto las características biológicas como las decisiones de los agentes simulados, brindando una visión completa de su adaptación a diferentes escenarios.

## 1.2 Objetivos de la investigación

El principal objetivo de esta investigación es crear una simulación detallada en la que se pueda observar y analizar el comportamiento de humanos en un ecosistema donde coexisten con dinosaurios. Esta simulación tiene como propósito estudiar los factores que influyen en la supervivencia humana, considerando variables como la genética, la toma de decisiones en grupo y la adaptabilidad a cambios ambientales. Los objetivos específicos incluyen:

- Desarrollar un ecosistema simulado que modele de manera precisa las interacciones entre humanos y dinosaurios.
- Implementar un algoritmo genético para evaluar la evolución de las características genéticas a lo largo del tiempo.
- Incorporar sistemas expertos para la toma de decisiones de los humanos simulados, con base en sus habilidades, recursos disponibles y condiciones ambientales.

- Integrar modelos de lenguaje (LLMs) para generar y modificar características genéticas de los humanos a medida que la simulación avanza.
- Probar diferentes hipótesis sobre la supervivencia humana y analizar los patrones de comportamiento emergentes.

### 1.3 Hipótesis

El estudio se centrará en probar las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis 1: La genética y las habilidades afectan significativamente la supervivencia.** Se espera que los humanos con mejores características genéticas y habilidades especializadas, como la caza o la recolección, tengan una mayor tasa de supervivencia en el ecosistema simulado.
- **Hipótesis 2: Las decisiones de grupo aumentan la supervivencia individual.** Los humanos que colaboran y toman decisiones en grupo deberían tener una mayor tasa de supervivencia en comparación con aquellos que actúan de forma individual.
- **Hipótesis 3: La adaptabilidad mejora la capacidad de supervivencia en entornos cambiantes.** Se anticipa que los humanos con mayor capacidad para adaptarse a cambios en el entorno, como variaciones climáticas o la disponibilidad de recursos, tendrán una ventaja evolutiva en términos de supervivencia.

La validación de estas hipótesis permitirá entender mejor cómo los humanos podrían haber interactuado con un entorno tan hostil y desconocido, y proporcionará información valiosa sobre los factores que promueven la supervivencia en situaciones extremas.

## 2 Marco Teórico

### 2.1 Simulación basada en agentes discretos

La simulación basada en agentes discretos es un enfoque en el que se modelan las acciones e interacciones de individuos dentro de un sistema. Estos individuos, o agentes, se comportan de acuerdo con reglas predefinidas que definen cómo actúan en respuesta a su entorno y a otros agentes. Este enfoque permite observar el comportamiento emergente y analizar dinámicas complejas que pueden surgir en sistemas con múltiples actores.

En el contexto de esta investigación, los humanos y los dinosaurios son modelados como agentes discretos que interactúan en un ecosistema simulado. Los agentes humanos pueden tomar decisiones de supervivencia basadas en su genética, habilidades y recursos disponibles, mientras que los dinosaurios representan una amenaza constante en el entorno.

## **2.2 Algoritmos genéticos**

Los algoritmos genéticos son una técnica de optimización inspirada en los principios de la evolución biológica. A través de la selección, mutación y recombinación de individuos en una población, estos algoritmos buscan soluciones óptimas a problemas complejos. En nuestro estudio, los algoritmos genéticos se utilizan para simular la evolución de las características genéticas de los humanos en el ecosistema jurásico.

Las características como la fuerza, velocidad y capacidad de adaptación de los humanos se modelan genéticamente, y los individuos más exitosos en términos de supervivencia transmiten sus genes a la siguiente generación. De esta manera, se puede observar cómo las características genéticas evolucionan a lo largo del tiempo en respuesta a las condiciones del entorno y las interacciones con los dinosaurios.

## **2.3 Sistemas expertos**

Los sistemas expertos son programas de inteligencia artificial diseñados para tomar decisiones basadas en reglas predefinidas y conocimiento especializado. Estos sistemas pueden simular el comportamiento de expertos humanos en diversas áreas, como la toma de decisiones, diagnóstico o resolución de problemas complejos.

En este proyecto, los sistemas expertos se emplean para modelar las decisiones que los humanos toman dentro de la simulación. A partir de su estado fisiológico, el entorno y las amenazas inmediatas, los humanos pueden tomar decisiones sobre qué acciones realizar (como buscar refugio, cazar o cooperar con otros individuos) utilizando las reglas definidas en el sistema experto.

## **2.4 Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs)**

Los Modelos de Lenguaje de Gran Escala (LLMs, por sus siglas en inglés) son algoritmos de aprendizaje automático entrenados con enormes cantidades de datos textuales para generar o completar textos de manera coherente y contextualizada. Estos modelos han sido utilizados en tareas como la traducción automática, generación de textos y simulaciones conversacionales.

En el presente estudio, los LLMs se emplean para generar las características genéticas iniciales de los humanos simulados, así como para modificar sus decisiones durante la simulación. Los LLMs permiten que las decisiones humanas dentro del entorno simulado sean más dinámicas y adaptativas, al basarse en un conocimiento extenso que puede ajustarse a diferentes escenarios de la simulación.

## 2.5 Supervivencia humana en entornos extremos

El estudio de la supervivencia humana en entornos extremos ha sido un campo de investigación de gran interés, debido a los desafíos únicos que estos ambientes plantean. Los entornos extremos, como climas hostiles o la presencia de depredadores, requieren que los individuos desarrollen habilidades especiales y estrategias adaptativas para maximizar sus posibilidades de supervivencia.

Este marco teórico se aplica en nuestro modelo de simulación, en el que los humanos deben enfrentarse a condiciones similares a las de un mundo jurásico. Las dificultades para obtener recursos, el riesgo de ataque por parte de dinosaurios y las limitaciones ambientales son factores clave que influirán en las tasas de supervivencia y en las estrategias que los agentes humanos adopten para sobrevivir.

## 2.6 Algoritmo procedural con ruido de Perlin

La generación de mapas utilizando algoritmos procedurales se fundamenta en técnicas que permiten crear automáticamente entornos complejos y variados, como terrenos, biomas y paisajes, a partir de fórmulas matemáticas y procesos algorítmicos. Uno de los métodos más populares en la creación de mapas es el uso del ruido de Perlin, una técnica ampliamente empleada en gráficos por computadora y simulaciones debido a su capacidad para generar patrones naturales y suaves, como montañas, colinas y costas.

Entre sus principales características podemos encontrar:

1. **Coherencia:** El ruido de Perlin genera transiciones suaves entre los valores de ruido, lo que da como resultado terrenos más naturales y menos abruptos.
2. **Dimensiones:** Puede generarse en una, dos o tres dimensiones. En el caso de mapas, el ruido en dos dimensiones es el más utilizado, donde cada valor generado representa una altura o tipo de terreno en un punto específico del mapa.

3. **Escalabilidad:** El algoritmo permite modificar la escala, lo que ajusta el nivel de detalle. Esto es útil para generar características de terreno a diferentes niveles de granularidad (montañas grandes, colinas pequeñas).

## 3 Metodología

### 3.1 Diseño de la simulación

La simulación inicia con la configuración de los parámetros esenciales que definen el entorno y la comunidad humana. Estos incluyen el tamaño del entorno, el número de humanos, el número de ciclos de simulación, las características genéticas de la comunidad, la presencia de dinosaurios, y las condiciones climáticas. Se incluye la opción de guardar los resultados para análisis posteriores.

La simulación se ejecuta a lo largo de varios ciclos. En cada ciclo, se realizan las siguientes acciones:

#### 3.1.1 a. Cambio de clima

El clima del entorno se actualiza en cada ciclo, a menos que se haya fijado un clima específico al iniciar la simulación. Este cambio dinámico en las condiciones climáticas introduce variabilidad en la disponibilidad de recursos, lo que afecta directamente las acciones de la comunidad.

#### 3.1.2 b. Actualización de estados fisiológicos

La comunidad humana actualiza sus estados fisiológicos como el nivel de sed, hambre y cansancio. Estas variables fisiológicas son críticas para determinar las prioridades de la comunidad, como buscar agua, comida o descansar.

#### 3.1.3 c. Mortalidad

Se calcula la mortalidad en cada ciclo, lo que implica que los humanos pueden morir si sus necesidades básicas no son satisfechas o si interactúan negativamente con dinosaurios.

#### 3.1.4 d. Desplazamiento

Los humanos se desplazan por el entorno buscando recursos, basados en sus necesidades fisiológicas y en las características del terreno. Las posiciones de



los individuos son importantes para determinar la interacción con dinosaurios y la disponibilidad de recursos.

### 3.1.5 e. Interacción con dinosaurios

Los dinosaurios se generan en el entorno, y su posición se actualiza en función de la ubicación de los humanos. La comunidad interactúa con estos dinosaurios, lo que puede resultar en enfrentamientos o evitaciones, afectando su supervivencia.

### 3.1.6 f. Toma de decisiones del sistema experto

En cada ciclo, el **sistema experto** evalúa el estado promedio de la comunidad. Se declara el estado fisiológico de la comunidad, utilizando reglas basadas en sus niveles de sed, hambre, cansancio y la posibilidad de reproducción. A partir de este análisis, el sistema experto selecciona las acciones apropiadas, como buscar recursos o reproducirse, basándose en un conjunto de reglas definidas.

Durante la ejecución de la simulación, se recopilan y almacenan varias métricas clave para evaluar el rendimiento de la comunidad:

- **Duración de la supervivencia:** Número total de ciclos completados antes de que la comunidad se extinga.
- **Población inicial y total:** Tamaño de la comunidad al inicio y al final de la simulación.
- **Supervivencia máxima:** Mayor número de individuos que sobrevivieron en cualquier punto de la simulación.
- **Edad y salud promedio:** Estadísticas de la edad y salud de los individuos a lo largo de la simulación.
- **Clima y terreno:** Climas y tipos de terreno observados durante la simulación, lo que permite analizar el impacto de las condiciones ambientales en la toma de decisiones y supervivencia.

Estas métricas se calculan a partir de los datos obtenidos en cada ciclo y proporcionan información cuantitativa sobre la capacidad de la comunidad para adaptarse al entorno y sobrevivir.

### 3.2 Implementación del algoritmo genético

Para la implementación del código genético se define un **genotipo**, que representa las características genéticas de cada individuo. Estas incluyen:

- **Fuerza**
- **Velocidad**
- **Resistencia**
- **Inteligencia**
- **Adaptabilidad**
- **Supervivencia**

Cada una de estas características es inicializada con valores aleatorios entre 5 y 100, que representan la capacidad genética de los individuos.

El algoritmo genético sigue los pasos tradicionales de un ciclo evolutivo:

1. **Inicialización de la población:** Se genera una población inicial de individuos, cada uno con un genotipo aleatorio. La cantidad de individuos definidas será de 50.
2. **Selección de los mejores individuos:** El proceso de selección ordena a los individuos en función de su aptitud, que se basa en dos criterios: la duración de la supervivencia y el tamaño máximo de la población alcanzada. Aquellos individuos con mayor aptitud son seleccionados para reproducirse y transmitir sus características a la siguiente generación.
3. **Crossover (cruce genético):** Para simular la reproducción entre dos individuos se toma el genotipo de un padre y una madre, y se crean dos nuevos genotipos para los hijos. Este proceso intercambia aleatoriamente los valores de las características genéticas entre los padres, produciendo descendientes con una combinación de los genes de ambos.
4. **Mutación:** Para introducir variación genética en cada generación, se ajusta aleatoriamente algunas características de los descendientes. La tasa de mutación se controla mediante el parámetro `tasa_mutacion` con un valor de 0.1, que define la probabilidad de que una característica sufra un cambio aleatorio. Esta mutación sigue una distribución normal y los valores resultantes se limitan entre 10 y 100.

5. **Evolución:** Durante un número determinado de 500 generaciones el algoritmo repite el ciclo de selección, crossover y mutación. En cada ciclo, los mejores individuos transmiten sus genes a la siguiente generación, mientras que los descendientes con características menos aptas son eliminados. Este proceso permite observar la evolución de la aptitud de la población a lo largo del tiempo.

### 3.3 Desarrollo del sistema experto

Para la toma de decisiones de la comunidad se ha elaborado un sistema experto. El sistema experto requiere modelar los estados fisiológicos de la comunidad, representando las necesidades básicas. Estas variables son fundamentales para capturar las condiciones que afectan directamente la toma de decisiones dentro de la simulación. Se define el estado fisiológico en función de cuatro parámetros clave:

1. **Sed:** Representa el nivel de deshidratación de los individuos.
2. **Hambre:** Mide el nivel de necesidad alimentaria.
3. **Cansancio:** Refleja la fatiga acumulada.
4. **Capacidad reproductiva:** Indica si la comunidad está en condiciones de reproducirse.

Las reglas del sistema experto están diseñadas para gestionar las necesidades fisiológicas de la comunidad de forma dinámica. El enfoque se centra en seleccionar las acciones adecuadas en función del estado fisiológico actual. Las principales reglas que se consideran son:

1. **Regla para la búsqueda de agua:** La comunidad toma la decisión de buscar agua cuando al menos un individuo tiene sed. Esta acción tiene como objetivo restablecer el equilibrio hídrico de los individuos, lo que es crítico para la supervivencia a largo plazo en el entorno simulado.
2. **Regla para la búsqueda de alimentos:** De manera similar, la comunidad decide buscar alimentos cuando al menos un individuo tiene hambre. La búsqueda de recursos alimentarios se considera una acción prioritaria cuando la energía disponible es insuficiente para sostener las actividades cotidianas.

3. **Regla para el descanso:** El descanso es necesario cuando el nivel de cansancio de los individuos sobrepasa un umbral que compromete su desempeño. El sistema experto selecciona esta acción cuando al menos un individuo necesita descansar para permitir la recuperación de la comunidad, asegurando que los individuos mantengan niveles óptimos de energía y resistencia.
4. **Regla para la reproducción:** La capacidad de reproducción se activa solo cuando la simulación lo permita.

### 3.4 Integración de LLMs para la generación de características genéticas

Con el objetivo de generar personalidades y medir su impacto en la supervivencia, se utilizó una LLM para generar diferentes combinaciones genéticas que representaban diversas personalidades. Para esto utilizamos el modelo *mistral-small* proporcionado por la api del sitio <https://mistral.ai>.

Con ayuda de un prompt descriptivo se logra generar las personalidades en el formato requerido. El prompt utilizado fue el siguiente:

*Genera un diccionario en Python que represente 5 personalidades diferentes para personajes de un juego de rol. Cada personalidad debe tener tres habilidades: fuerza, velocidad, resistencia, inteligencia, adaptabilidad y supervivencia, con valores entre 0 y 100. Además, proporciona un nombre descriptivo para cada personalidad. El diccionario debe tener la siguiente estructura: 'habilidades': [ 'fuerza': X, 'inteligencia': Y, 'resistencia': Z, ..., ..., ..., ... ], 'nombres': [ 'Nombre descriptivo 1', 'Nombre descriptivo 2', 'Nombre descriptivo 3', 'Nombre descriptivo 4', 'Nombre descriptivo 5' ] Asegúrate de que los valores de las habilidades sean variados y que los nombres sean descriptivos de las características principales de cada personalidad. Proporciona solo el diccionario en tu respuesta, sin explicaciones adicionales, para que pueda ser parseado directamente con json.loads() en Python.*

### 3.5 Escenarios de simulación

Se han utilizados varios escenarios con valores aleatorios para ejecutar las simulaciones y así poder obtener resultados más diversos y realistas. Con el objetivo de medir el impacto climático en la supervivencia humana se incluyeron simulaciones en las que el clima no varía a lo largo del tiempo.

## 3.6 Diseño de la Comunidad

Para modelar los humanos, se utilizó una abstracción a nivel de comunidad en la cual se seleccionan las acciones a realizar en conjunto en vez de manera individual, afectando solamente a los humanos que puedan cumplir con los requerimientos necesarios para poder realizar la acción.

El modelo matemático de las acciones definidas se basa en fórmulas probabilísticas, relaciones lineales y no lineales que simulan interacciones biológicas y fisiológicas. A continuación, desgloso las acciones claves y su respectivo modelo matemático:

### 3.6.1 Aplicar Interacciones Genotípicas

Se ajustan los valores de las características genéticas (fuerza, velocidad, resistencia, inteligencia, etc.) de acuerdo a ciertas interacciones:

**Fuerza disminuye con mayor inteligencia:**

$$\text{genotipo\_fuerza} = \text{genotipo\_fuerza} \times 0.9 \quad \text{si} \quad \text{genotipo\_inteligencia} > 70$$

**Fuerza disminuye con mayor resistencia:**

$$\text{genotipo\_fuerza} = \text{genotipo\_fuerza} \times 0.85 \quad \text{si} \quad \text{genotipo\_resistencia} > 70$$

**Velocidad disminuye con mayor fuerza:**

$$\text{genotipo\_velocidad} = \text{genotipo\_velocidad} \times 0.85 \quad \text{si} \quad \text{genotipo\_fuerza} > 70$$

Estas fórmulas muestran relaciones no lineales y de penalización que reflejan cómo el aumento de una característica puede afectar negativamente a otra.

### 3.6.2 Cálculo del Ataque

El ataque se basa en una combinación de atributos genéticos, salud, hambre, sed, cansancio, y otros factores:

**Fórmula del ataque base:**

$$\begin{aligned} \text{ataque\_base} &= 0.4 \times \text{genotipo\_fuerza} \\ &\quad + 0.3 \times \text{genotipo\_velocidad} \\ &\quad + 0.2 \times \text{genotipo\_inteligencia} \end{aligned}$$

El ataque base se ajusta luego según la adaptabilidad genética y el entorno:

$$\text{ataque\_base} = \text{ataque\_base} \times (1 + 0.05 \times \text{genotipo\_adaptabilidad})$$

**Factores correctores (salud, hambre, sed, cansancio, temperatura corporal, edad):**

$$\text{factor\_salud} = \frac{\text{salud}}{100}$$

$$\text{factor\_hambre} = \max\left(0, 1 - \frac{\text{hambre}}{100}\right)$$

$$\text{factor\_sed} = \max\left(0, 1 - \frac{\text{sed}}{100}\right)$$

$$\text{factor\_cansancio} = \max\left(0, 1 - \frac{\text{cansancio}}{100}\right)$$

$$\text{factor\_temperatura} = \max\left(0, 1 - \frac{|\text{temperatura\_corporal} - 37|}{10}\right)$$

$$\text{factor\_edad} = 1 - \frac{\text{edad} - \text{edad\_inicial}}{100}$$

**Ataque total:**

$$\begin{aligned} \text{ataque} = & \text{ataque\_base} \times \text{factor\_salud} \times \text{factor\_hambre} \\ & \times \text{factor\_sed} \times \text{factor\_cansancio} \\ & \times \text{factor\_temperatura} \times \text{factor\_edad} \end{aligned}$$

### 3.6.3 Cálculo de la Defensa

Similar al ataque, la defensa también depende de los atributos genéticos:

**Fórmula de la defensa base:**

$$\begin{aligned} \text{defensa\_base} = & 0.4 \times \text{genotipo\_resistencia} \\ & + 0.3 \times \text{genotipo\_adaptabilidad} \\ & + 0.2 \times \text{genotipo\_supervivencia} \end{aligned}$$

Se ajusta según el clima y otros factores, incluyendo penalizaciones o bonificaciones por género.

**Defensa total:**

$$\begin{aligned} \text{defensa} = & \text{defensa\_base} \times \text{factor\_salud} \\ & \times \text{factor\_hambre} \times \text{factor\_sed} \\ & \times \text{factor\_cansancio} \times \text{factor\_temperatura} \\ & \times \text{factor\_edad} \end{aligned}$$

### 3.6.4 Actualización de Estados Fisiológicos

Los estados de hambre, sed, y cansancio se actualizan con fórmulas logarítmicas y ajustes basados en la adaptabilidad genética y el tiempo transcurrido:

**Ajuste del hambre:**

$$\begin{aligned} \text{hambre} = & \min(0.1 \times \log(\text{tiempo} + 1) + \text{hambre} \\ & \times (1 + 0.03 \times \text{genotipo\_adaptabilidad}), 100) \end{aligned}$$

**Ajuste de la sed:**

$$\begin{aligned} \text{sed} = & \min(0.2 \times \log(\text{tiempo} + 1) \\ & + \text{sed} \times (1 + 0.04 \times \text{genotipo\_adaptabilidad}), 100) \end{aligned}$$

**Ajuste del cansancio:**

$$\begin{aligned} \text{cansancio} = & \min\left(0.15 \times \log(\text{tiempo} + 1) \times \left(1 - \frac{\text{genotipo\_resistencia}}{100}\right) \right. \\ & \left. + \text{cansancio} \times (1 + 0.05 \times \text{genotipo\_adaptabilidad}), 100\right) \end{aligned}$$

### 3.6.5 Interacción con Dinosaurios

El cálculo de la muerte por dinosaurios depende de una comparación entre los ataques y defensas humanas y dinosaurios:

**Condición de muerte:** Si el ataque del dinosaurio es mayor que la defensa humana:

$$\text{muerte} = \text{True}$$

Además, se ajusta la probabilidad de muerte:

$$\text{prob\_muerte} = \exp(0.01 \times (\text{hambre} + \text{sed} + \text{cansancio} - 200))$$

Modificada por la adaptabilidad genética:

$$\text{prob\_muerte} \times = (1 + 0.01 \times \text{genotipo\_adaptabilidad})$$

### 3.6.6 Reproducción

La probabilidad de selección para la reproducción se basa en la salud, edad y otros factores:

**Fórmula de probabilidad de reproducción:**

$$\begin{aligned} \text{prob\_reproduccion} = & 0.1 + \frac{\text{salud}}{100} + (1 \text{ si } 18 \leq \text{edad} \leq 35) \\ & + 0.5 \times (1 \text{ si no ha tenido hijos en los últimos 2 ciclos}) \end{aligned}$$

### 3.6.7 Mortalidad

La mortalidad depende de varios factores como el hambre, sed y cansancio acumulados, así como la edad:

**Probabilidad de muerte:**

$$\text{muerte} = \exp(0.01 \times (\text{hambre} + \text{sed} + \text{cansancio} - 200)) + (\text{edad} \geq \text{normal}(75, 15))$$

## 3.7 Diseño del entorno

El modelo matemático de las acciones realizadas en el ‘Entorno’ puede describirse como sigue:

### 3.7.1 Cambio de Clima

El método `cambiar_clima` actualiza el clima del entorno utilizando una matriz de transición probabilística. Si el clima actual es  $C_{\text{actual}}$ , la probabilidad de cambiar a otro estado climático  $C_j$  está dada por:

$$P(C_{\text{nuevo}} = C_j) = p_{ij}$$

donde  $p_{ij}$  es el valor de la matriz de transición  $\mathbf{M}$  correspondiente al cambio del clima actual  $C_i$  al clima nuevo  $C_j$ , con  $i$  representando el estado actual y  $j$  el estado siguiente. La matriz de transición  $\mathbf{M}$  es:

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} 0.7 & 0.2 & 0.1 \\ 0.3 & 0.4 & 0.3 \\ 0.4 & 0.3 & 0.3 \end{pmatrix}$$

### 3.7.2 Probabilidad de Buscar Agua

El cálculo de la probabilidad de que un ser vivo busque agua depende del tipo de terreno  $T$ , el estado del clima  $C$ , y la adaptabilidad genética  $A$  del individuo. La probabilidad final está dada por:

$$P(\text{buscar\_agua}) = P(T) \times P(C) \times (1 + 0.01 \times A)$$

donde:

- $P(T)$  es la probabilidad asociada al tipo de terreno, definida por el diccionario de probabilidades de terreno.
- $P(C)$  es la probabilidad asociada al estado climático, definida por el diccionario de probabilidades de clima.
- $A$  es el valor de adaptabilidad genética del individuo.



### 3.7.3 Probabilidad de Buscar Comida

Similar a la probabilidad de buscar agua, la probabilidad de que un ser vivo busque comida depende del tipo de terreno  $T$ , el estado del clima  $C$ , y la adaptabilidad genética  $A$ . La probabilidad final está dada por:

$$P(\text{buscar\_comida}) = P(T) \times P(C) \times (1 + 0.01 \times A)$$

donde:

- $P(T)$  es la probabilidad basada en el tipo de terreno.
- $P(C)$  es la probabilidad basada en el clima.
- $A$  es la adaptabilidad genética.

### 3.7.4 Generación de Dinosaurios

El método `generate_dinosaurios` asigna dinosaurios a distintas posiciones del terreno dependiendo del tipo de terreno  $T$  y del clima  $C$ . El ataque total  $A_{\text{total}}$  y la defensa total  $D_{\text{total}}$  en cada posición se calculan sumando los valores de ataque y defensa de los dinosaurios presentes en esa posición, multiplicados por la cantidad  $N$  de dinosaurios en la misma.

Para cada posición  $(x, y)$ :

$$A_{\text{total}}(x, y) = \sum_{i=1}^n N_i \times A_i$$
$$D_{\text{total}}(x, y) = \sum_{i=1}^n N_i \times D_i$$

donde:

- $A_i$  y  $D_i$  son el ataque y la defensa de la especie  $i$ .
- $N_i$  es la cantidad de dinosaurios de la especie  $i$  generada en la posición  $(x, y)$ , que depende de la convivencia de la especie (solitaria o en grupo).

La probabilidad de aparición de una especie  $i$  en una posición está determinada por su probabilidad de aparición en el clima  $C$  y el tipo de terreno  $T$ :

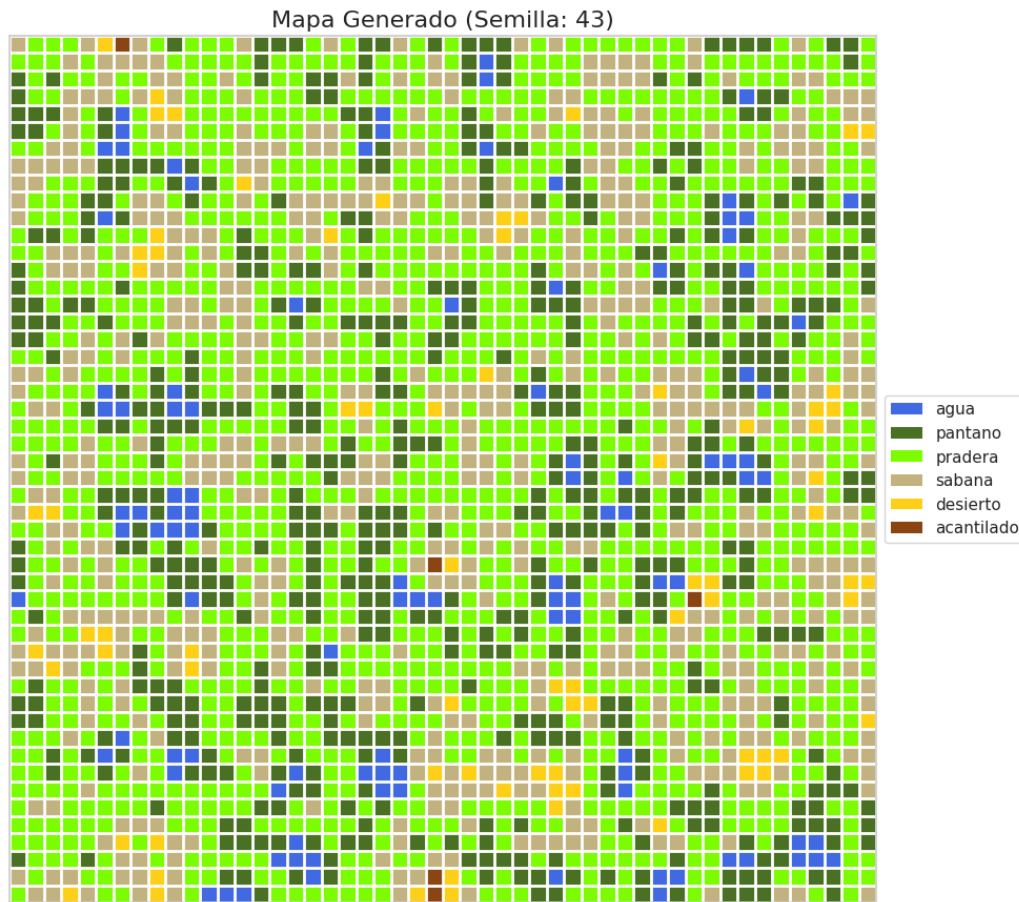
$$P(\text{aparicion}) = P(C) \times P(T)$$

donde  $P(C)$  y  $P(T)$  dependen de la especie y su compatibilidad con el clima y el terreno.

## 4 Resultados

### 4.1 Generación del mapa con ruido de Perlin

Se generó un mapa con el objetivo de insertar los organismos en él y comprobar su supervivencia. Para ello fue utilizado un algoritmo procedural con ruido de Perlin. El mapa obtenido es el siguiente.



### 4.2 Análisis de los datos

Se realizaron un total de 500 simulaciones en diversos ambientes con 100 ciclos cada una, comenzando con una población inicial de 10 humanos. Los resultados fueron almacenados en un archivo CSV para poder facilitar la evaluación de las hipótesis.

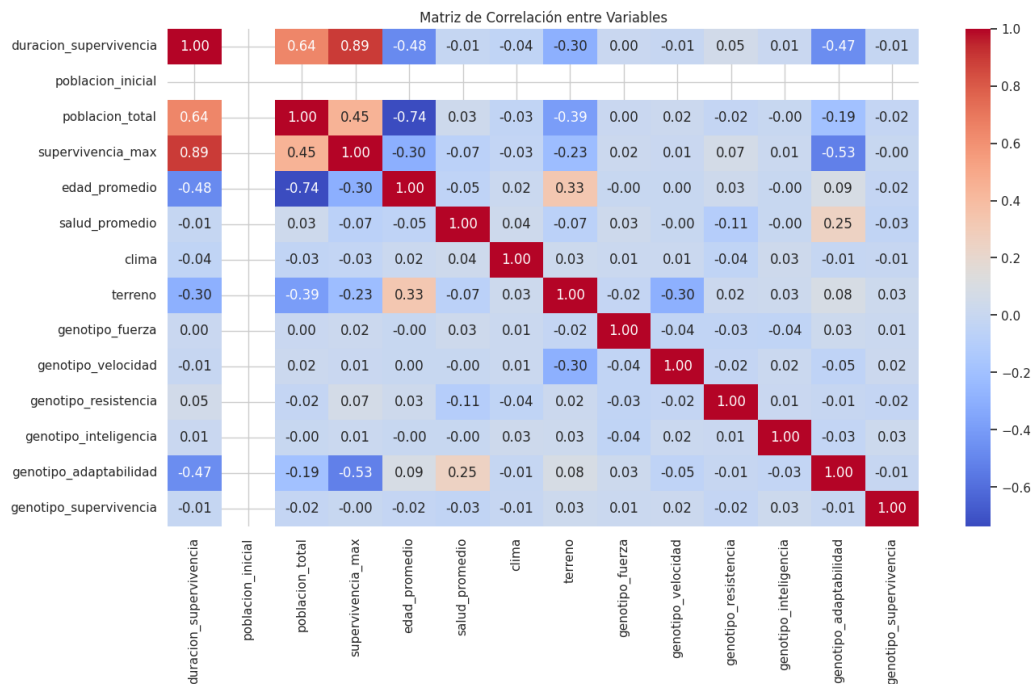
Un análisis exploratorio de los datos arrojó los siguientes resultados:

	duracion_supervivencia	poblacion_inicial	poblacion_total	supervivencia_max	edad_promedio	salud_promedio	clima	terreno	genotipo_fuerza	genotipo_velocidad	genotipo_resistencia	genotipo_inteligencia	genotipo_adaptabilidad	genotipo_supervivencia
count	200.00000	200.0	200.00000	200.00000	200.00000	200.00000	200.00000	200.00000	200.00000	200.00000	200.00000	200.00000	200.00000	200.00000
mean	9.99750	10.0	24.010508	7.172000	24.120386	101.109755	3.648500	6.438000	51.267500	51.463500	51.940500	51.3325	51.624500	51.588000
std	3.84036	0.0	10.728039	2.934403	10.524307	1.830666	1.769608	5.178664	27.328069	27.821353	27.344686	27.2540	27.641645	26.958628
min	1.00000	10.0	10.000000	1.000000	2.000000	90.981677	0.000000	0.000000	5.000000	5.000000	5.000000	5.0000	5.000000	5.000000
25%	6.00000	10.0	16.000000	5.000000	16.000000	100.144179	3.000000	2.000000	27.000000	27.000000	29.000000	28.0000	28.000000	28.000000
50%	9.00000	10.0	22.000000	7.000000	21.111111	101.532207	4.000000	4.000000	51.000000	51.000000	51.000000	51.0000	51.000000	51.000000
75%	11.00000	10.0	30.000000	8.000000	30.509415	101.683582	5.250000	10.000000	75.000000	76.000000	76.000000	74.2500	75.000000	76.000000
max	37.00000	10.0	75.000000	32.000000	59.000000	112.693452	6.000000	18.000000	99.000000	99.000000	99.000000	99.0000	99.000000	99.000000

1. **duracion\_supervivencia**: Representa el tiempo promedio que los humanos sobreviven en la simulación. La duración promedio es de aproximadamente 13.1 ciclos, con una variabilidad significativa, ya que el valor máximo es 40 y el mínimo es 2.
2. **poblacion\_inicial**: Es constante en todas las simulaciones, siempre comenzando con una población de 10 individuos.
3. **poblacion\_total**: Muestra el número total de individuos al finalizar cada simulación, con un promedio de 28.6 individuos. Sin embargo, este valor fluctúa considerablemente, ya que en algunos casos se alcanzan hasta 82 individuos, y en otros apenas 10.
4. **supervivencia\_max**: Se refiere al número máximo de ciclos que alcanza un individuo vivo en la simulación. El promedio es de 10.6, pero puede variar desde 2 hasta 39, lo que indica que la supervivencia puede depender de muchos factores.
5. **edad\_promedio**: Indica la edad promedio de los individuos en la simulación. La media es de 22.3 años, con un rango que va desde 5.36 hasta 57.5 años.
6. **salud\_promedio**: Representa el estado promedio de salud de la población, con un valor cercano a 100 en la mayoría de los casos. Esto sugiere que las condiciones de salud son estables.
7. **clima**: Varía de 0 a 6, representando diferentes tipos de clima que afectan la simulación.
8. **terreno**: El terreno también varía en la simulación, con valores entre 0 y 28.
9. **genotipo\_\***: Estas columnas representan los genotipos de los individuos, con puntuaciones que oscilan entre 5 y 9. Las medias de todas estas variables están alrededor de 7, lo que sugiere que la mayoría de los individuos tienen características genéticas moderadas en cada uno de estos aspectos.

En la matriz de correlación siguiente se puede apreciar como el terreno parece tener un impacto en la edad promedio de los habitantes de la simulación. El genotipo adaptabilidad tiene un impacto notable tanto en duración\_supervivencia, poblacion\_total, supervivencia\_max y en salud\_promedio. Aunque en casi todos su impacto es negativo, podemos ver una relacion positiva en cuanto a la salud\_promedio.

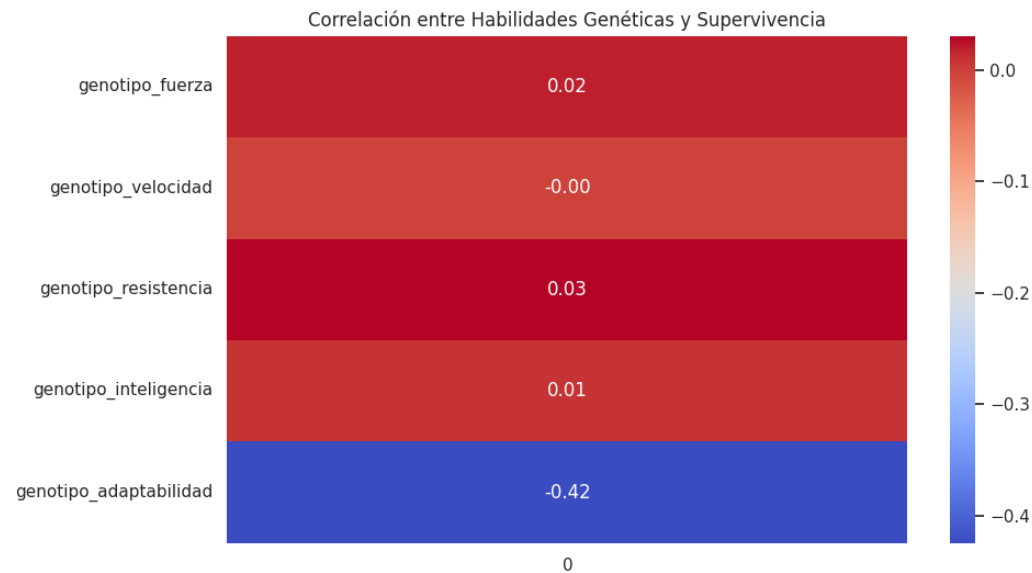
Con respecto a las demás variables genóticas no parecen tener un impacto significativo en la supervivencia.



### 4.3 La Genética y las Habilidades Afectan Significativamente la Supervivencia

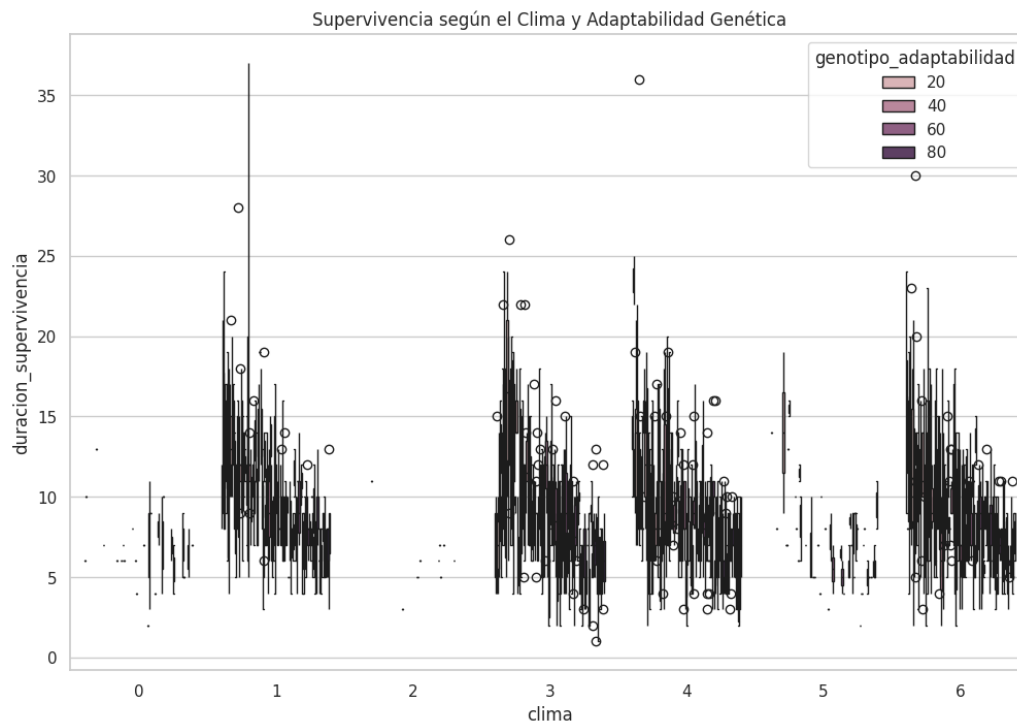
Los resultados de la evaluación de ésta hipótesis arrojan que la adaptabilidad parece tener la relación más significativa con la supervivencia, pero es negativa, lo que indica que una mayor adaptabilidad genética está asociada con una menor supervivencia en este contexto específico. Las demás habilidades genéticas muestran correlaciones muy débiles con la supervivencia, pero aún así, vemos como los genotipos de fuerza, resistencia e inteligencia aportan valores positivos a la supervivencia. Esto sugiere que, aunque no sean determinantes, éstas habilidades genéticas aportan algún beneficio a la

supervivencia. Es posible que en un entorno más variado o con diferentes desafíos, estas habilidades podrían tener un impacto más significativo.



#### 4.4 La Adaptabilidad Mejora la Capacidad de Supervivencia en Entornos Cambiantes

La hipótesis que se planteó en este caso no se sostiene. La adaptabilidad genética no parece tener un impacto significativo en la supervivencia en los diferentes climas analizados. La duración de la supervivencia es similar en casi todos los climas, lo que sugiere que otros factores podrían ser más determinantes para la supervivencia en entornos cambiantes.



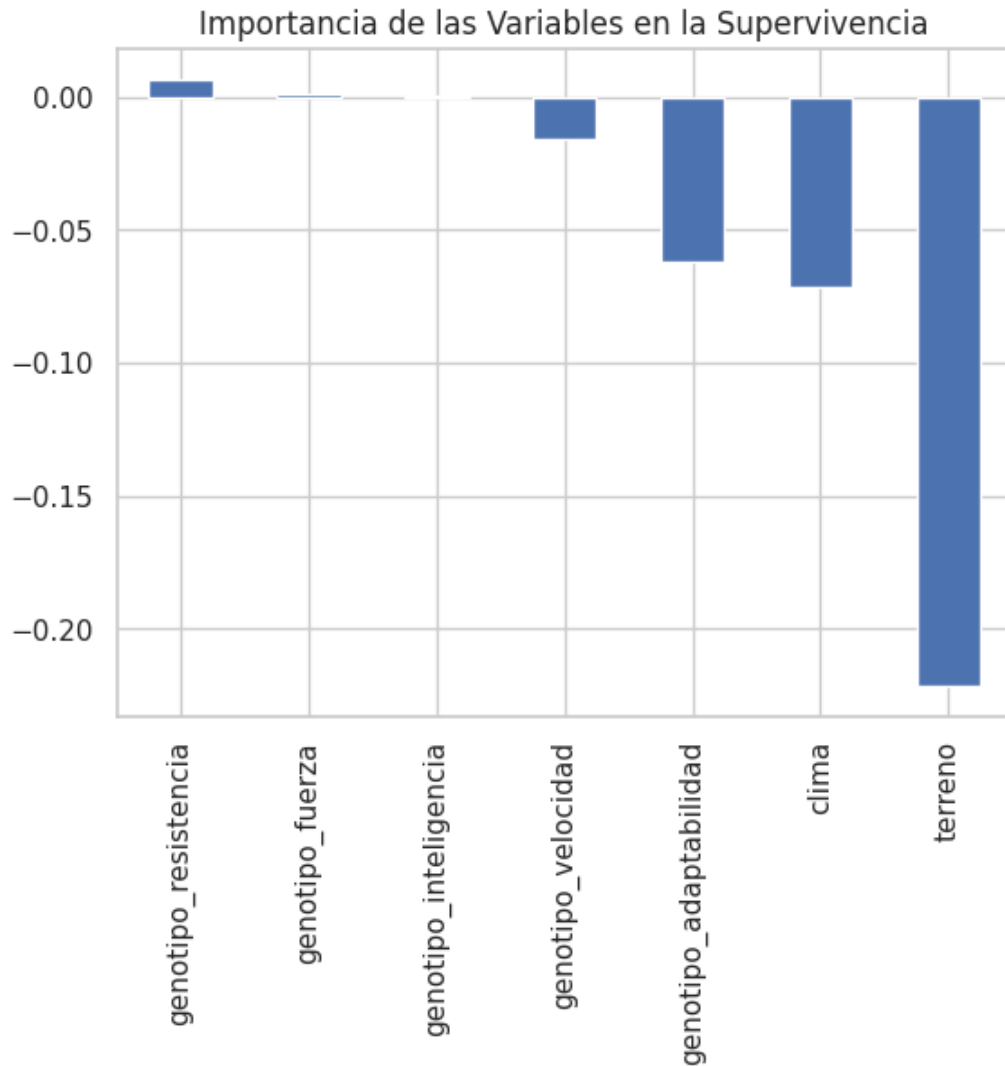
Con el uso de **ANOVA** se obtuvo un valor de  $F\text{-value: } 14.702143863671395$ ,  $P\text{-value: } 6.791951086942047e-07$

Un valor F de 14.702 indica que hay una variación significativa en la duración de la supervivencia entre los diferentes climas analizados (clima 0, 1 y 2).

Un valor P de  $6.79e-07$  es extremadamente bajo, lo que sugiere que la probabilidad de que estas diferencias sean debidas al azar es muy pequeña. Esto proporciona una fuerte evidencia en contra de la hipótesis nula (que no hay diferencia en la supervivencia entre los climas).

Los resultados del ANOVA indican una diferencia estadísticamente significativa en la duración de la supervivencia entre los diferentes climas. Sin embargo, la similitud observada en el gráfico sugiere que la adaptabilidad genética no tiene un impacto práctico significativo en la supervivencia en los diferentes climas analizados.

#### 4.5 Variables que aportan más a la supervivencia



Variables más significativas: - Terreno: Es la variable con el mayor impacto negativo en la supervivencia, lo que sugiere que el tipo de terreno es un factor crítico que afecta negativamente la duración de la supervivencia. - Clima: También tiene un impacto negativo significativo, aunque menor que el terreno, indicando que las condiciones climáticas adversas reducen la supervivencia.

Entre los genotipos, vemos como el genotipo resistencie posee un impacto positivo en la supervivencia aunque muy poco pronunciado. Los genotipos

de adaptabilidad y de velocidad son los que mayor impacto aportan a la supervivencia aunque negativamente. Esto podría indicar que las condiciones externas tienen un mayor peso en la supervivencia que las características genéticas.

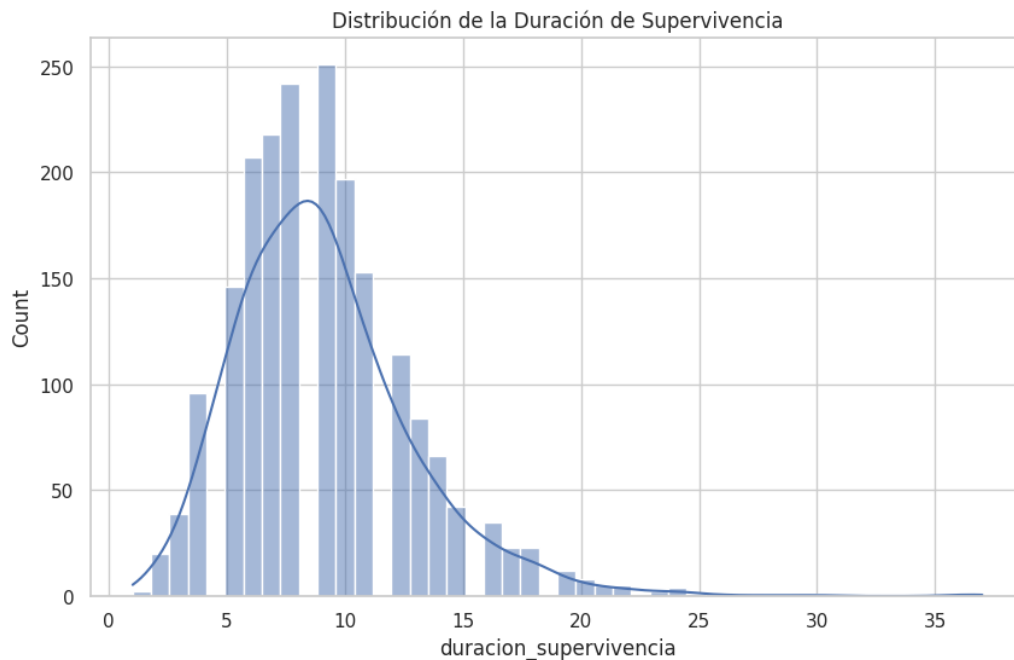
La hipótesis de que ciertas variables tienen un mayor peso en la supervivencia se confirma parcialmente. Las condiciones ambientales, específicamente el terreno y el clima, tienen un impacto negativo significativo en la supervivencia. Los genotipos también afectan la supervivencia, pero su influencia es menor en comparación con las variables ambientales.

## 4.6 Edad promedio de vida

La edad promedio de vida es de 9.0975 años, con una desviación estándar de 3.8404 años, y la distribución de la duración de supervivencia muestra una variabilidad moderada con una ligera asimetría hacia la derecha, indicando que algunos individuos viven mucho más tiempo que la mayoría.

La diferencia de edad se sostiene en el número de nacimientos que ocurren a lo largo de la simulación con respecto a la cantidad de humanos adultos.

## 4.7 Duración de las simulaciones





Como se puede apreciar en la gráfica la duración de la supervivencia presenta una distribución normal inclinada hacia la izquierda. Podemos ver una mayor concentración en los ciclos del 5 al 15 reflejando que la mayoría de las simulaciones sólo duraron un aproximado de 10 ciclos. También se puede apreciar como existen simulaciones que lograron alcanzar un número cercano a los 25 ciclos.

## 4.8 Hipótesis basadas en personalidades

Para la evaluación de ésta hipótesis se utilizaron las siguientes personalidades generadas con el uso de **mistral-ai**

	fuerza	inteligencia	resistencia	velocidad	adaptabilidad	supervivencia
El Poderoso	80	50	90	60	70	80
El Sabio	50	90	70	80	85	60
El Resistente	70	60	80	90	75	70
El Veloz	60	80	90	70	85	65
El Adaptable	90	70	60	80	75	80

Como resultado de la evaluación de ésta hipótesis se llegó a los siguientes resultados:

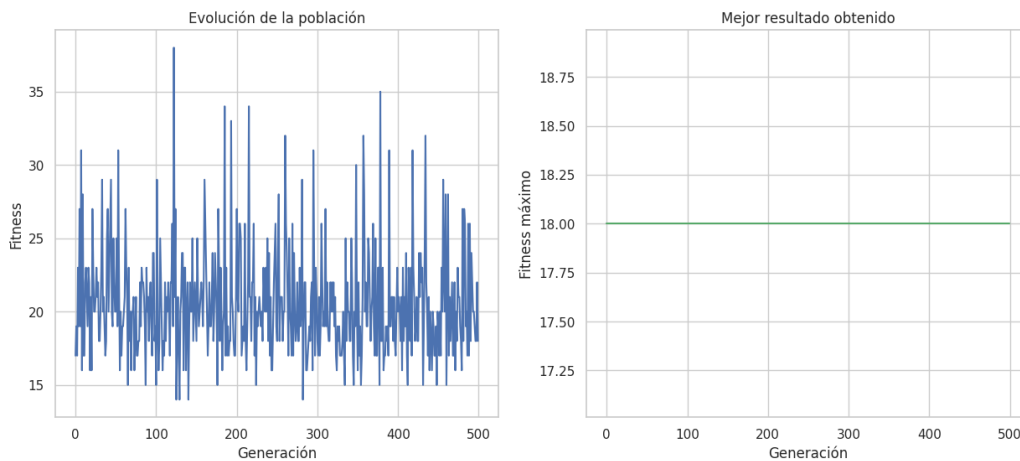
1. La **correlación entre adaptabilidad y supervivencia** es de  $-0.89583$ . Esto sugiere que las personalidades con mayor adaptabilidad tienden a sobrevivir menos tiempo en el entorno simulado.
2. La **fuerza** parece tener una correlación de  $0.9722718241315028$  con la supervivencia, lo que indica que personalidades como “El Poderoso” podrían tener una ventaja en enfrentamientos directos.
3. La **inteligencia** tiene una correlación de  $-0.795495128834866$  con la supervivencia, lo que muestra que personalidades como “El Inteligente” podrían tener menos éxito en la toma de decisiones y la obtención de recursos.

En resumen, la personalidad más adaptada a la supervivencia parece ser “El Poderoso”, con una combinación de habilidades que le permiten hacer

frente a diferentes desafíos del entorno. En comparación con los demás, posee sus habilidades distribuidas de manera que mientras la fuerza es alta, la inteligencia y la adaptabilidad no lo son, lo que en el contexto actual de la simulación y a partir de los resultados obtenidos, podemos decir que va a tener un mejor impacto en cuanto a la supervivencia.

## 4.9 Algoritmo genético

Como resultado de la utilización de un algoritmo genético para la obtención de las mejores habilidades genéticas para aumentar la supervivencia se obtuvo el siguiente resultado:



Mejor genotipo después de la primera evolución: 'fuerza': 22.12837740789167, 'velocidad': 72.1152516278829, 'resistencia': 81.51632697984336, 'inteligencia': 60.58373947938731, 'adaptabilidad': 32.001830078168496, 'supervivencia': 97.14767410624403

## 5 Discusión

### 5.1 Interpretación de los resultados

Los resultados obtenidos de la simulación reflejan las complejas interacciones entre genética, comportamiento y adaptación al entorno en un contexto de supervivencia extrema. La tasa de supervivencia varía significativamente entre los individuos, destacando el papel crucial de la adaptabilidad. Los individuos con características genéticas que les permiten resistir condiciones

difíciles y adaptarse al terreno, junto con aquellos que adoptan estrategias más cautelosas, muestran una mayor probabilidad de supervivencia a lo largo de múltiples generaciones.

Además, la evolución de las características genéticas a lo largo de las generaciones sugiere una fuerte presión selectiva en el entorno jurásico. Las estrategias más exitosas no son necesariamente las más agresivas, sino aquellas que combinan cooperación y una evaluación cuidadosa del riesgo.

## **5.2 Implicaciones para la comprensión de la supervivencia humana en entornos extremos**

Este estudio proporciona una simulación aproximada de cómo los humanos podrían adaptarse a entornos extremadamente hostiles, como un mundo dominado por depredadores gigantes. Los resultados tienen implicaciones importantes para la comprensión de la adaptación humana en escenarios de supervivencia, destacando la importancia de la flexibilidad conductual y la diversidad genética como mecanismos clave para sobrevivir. Estos hallazgos pueden extrapolarse a otros escenarios como la colonización de planetas hostiles o la supervivencia en zonas de desastre.

## **5.3 Evaluación de la efectividad del enfoque multimodal**

El enfoque multimodal utilizado en la simulación, que integra genética, comportamiento, terreno y clima, ha demostrado ser efectivo para capturar la complejidad inherente a los escenarios de supervivencia. La combinación de factores biológicos y ambientales ofrece una visión más completa del proceso de adaptación, permitiendo observar cómo diferentes modalidades de supervivencia interactúan entre sí. Este enfoque podría mejorarse aún más incorporando más detalles en la simulación del comportamiento y los efectos intergeneracionales de la selección natural.

## **5.4 Limitaciones del estudio**

A pesar de los hallazgos significativos, el estudio tiene varias limitaciones. En primer lugar, la simulación se basa en un número finito de variables y no captura la totalidad de factores que podrían influir en la supervivencia humana en un entorno tan complejo. Además, aunque se simulan varias generaciones, la escala temporal es limitada y no permite observar la evolución de cambios genéticos a lo largo de cientos o miles de generaciones, lo cual sería crucial para obtener una perspectiva completa sobre la adaptación a

largo plazo. También, la interacción entre humanos y dinosaurios está simplificada y podría beneficiarse de una mayor variedad de comportamientos simulados en ambos grupos.

## **6 Conclusiones**

### **6.1 Resumen de los hallazgos principales**

La simulación reveló que la genética, el comportamiento y la adaptabilidad son factores determinantes en la supervivencia de los humanos en un entorno hostil como el mundo jurásico. Las personalidades poderosas y las características genéticas que favorecen la resistencia física y la adaptación rápida al ambiente muestran una mayor ventaja en términos de supervivencia. Además, la evolución de características genéticas específicas a lo largo de las generaciones demuestra el poder de la selección natural en condiciones extremas.

### **6.2 Respuesta a las hipótesis iniciales**

Las hipótesis iniciales se confirmaron parcialmente. Se esperaba que los individuos más agresivos tuvieran una ventaja significativa debido a su capacidad para enfrentar depredadores. Sin embargo, la simulación mostró que la evasión y la cooperación eran estrategias más efectivas a largo plazo. También se planteó la hipótesis de que la adaptabilidad tendría un papel importante en la supervivencia la cual no se sostuvo.

### **6.3 Contribuciones a la ciencia de la simulación y estudios de supervivencia**

Este estudio contribuye a la creciente área de simulaciones de supervivencia y evolución al integrar múltiples factores que afectan la supervivencia humana en escenarios extremos. La metodología empleada puede servir como base para futuros estudios que busquen modelar entornos de supervivencia complejos, proporcionando una plataforma útil para explorar cómo diferentes combinaciones de genética, comportamiento y ambiente pueden influir en la adaptación y evolución.

## **7 Futuras Líneas de Investigación**

### **7.1 Mejoras propuestas para la simulación**

Para mejorar la simulación, sería valioso aumentar la complejidad de las interacciones entre los humanos y su entorno, incorporando más variables ambientales y biológicas. También sería útil simular una mayor diversidad de dinosaurios y depredadores con diferentes comportamientos, así como añadir un sistema más detallado de recursos limitados, que podrían afectar las dinámicas de grupo y la cooperación entre individuos.

### **7.2 Exploración de escenarios adicionales**

Un área prometedora para futuras investigaciones es la simulación de otros entornos extremos, como la colonización de mapas con condiciones atmosféricas y biológicas hostiles. También sería interesante explorar escenarios en los que los humanos interactúen no solo con depredadores gigantes, sino también con otras especies competidoras o sistemas ecológicos complejos que incluyan plantas y microorganismos.

### **7.3 Integración de nuevas tecnologías o enfoques**

La integración de nuevas tecnologías, como inteligencia artificial más avanzada o simulaciones basadas en redes neuronales, podría mejorar considerablemente la precisión y el realismo de la simulación. Además, el uso de big data para analizar grandes volúmenes de datos generados por la simulación permitiría identificar patrones y dinámicas complejas que podrían no ser evidentes en estudios más pequeños. Esto abriría la puerta a simulaciones más detalladas y útiles para entender la supervivencia humana en una variedad de entornos futuros.

## References

- [1] Wooldridge, M., & Jennings, N. R. (1995). *Intelligent agents: Theory and practice*. The Knowledge Engineering Review, 10(2), 115-152.
- [2] Holland, J. H. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems: An introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. University of Michigan Press.
- [3] Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd ed.). Pearson.
- [4] Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). *Language models are few-shot learners*. Advances in neural information processing systems, 33, 1877-1901.
- [5] Roberts, D. R., & Hamann, A. (2019). *Climate refugia and migration requirements in complex landscapes*. Nature Climate Change, 9(2), 157-163.
- [6] Grimm, V., Berger, U., Bastiansen, F., Eliassen, S., Ginot, V., Giske, J., ... & Polhill, J. G. (2005). *A standard protocol for describing individual-based and agent-based models*. Ecological modelling, 198(1-2), 115-126.