



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Dpto. de Ingeniería de Sistemas y Automática

Determinación del subconjunto de soluciones no dominadas para la priorización de los criterios de optimización en procesos de producción de base biológica

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Automática e Informática Industrial

AUTOR/A: Dhouib , Saifeddine

Tutor/a: Carbonell Cortés, Pablo Jorge

CURSO ACADÉMICO: 2021/2022



Trabajo Fin de Máster

Máster en Automática e Informática Industrial

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA)

“Determinación del subconjunto de soluciones no dominadas para la priorización de los criterios de optimización en procesos de producción de base biológica”

Autor: Saif Eddine, Dhouib

Tutor: Pablo Jorge, Carbonell Cortés

Trabajo Fin de Máster

Máster en Automática e Informática Industrial

Determinación del subconjunto de soluciones no dominadas para la priorización de los criterios de optimización en procesos de producción de base biológica

Autor:

Saif Eddine, Dhouib

Tutor:

Pablo Jorque, Carbonell Cortés

Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática (DISA)

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

VALENCIA 2022.

Trabajo Fin de Máster: Determinación del subconjunto de soluciones no dominadas para la priorización de los criterios de optimización en procesos de producción de base biológica.

Autor: Saif Eddine, Dhouib

Tutor: Pablo Jorquera, Carbonell Cortés

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

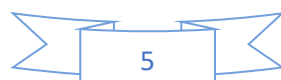
Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Valencia,2022

El secretario del Tribunal



Índice

1. Introducción

1.1. Motivación

1.2. Objetivo

1.3. Estructura del Proyecto

2. Resumen

3. Metodología

3.1. Entradas del problema

3.1.1. Los criterios

3.1.2. ecuaciones

3.2. Problema de optimización

3.3. Método de optimización

3.4. Resolución del problema

3.5. Salidas del problema

4. Estado del arte

4.1. Los antibióticos

4.1.1. Descripción

4.1.2. Funcionalidades

4.1.3. La eficacia

4.1.4. Mejor uso de antibióticos

4.1.5. Uso de antibióticos contra bacterias

4.1.6. Prevenir infección

4.1.7. La resistencia a los antibióticos

4.2. Estudios de Pareto

4.2.1 Funcionalidades de paretos

4.2.2. Usos de paretos

4.2.3. Las ventajas

4.2.4. Metodología y asesoramiento

4.2.5. Eficiencia de Pareto

4.2.6. La frontera de Pareto

4.2.7. Uso en biología

4.2.8. Procedimiento de la ley de Pareto

4.2.9. Aplicaciones de la ley de Pareto

4.3. Biotecnología

4.3.1. Descripción de la biotecnología

4.3.2. los principales campos

4.3.3. Términos biotecnológicos y códigos de colores

4.3.4. Prevención de riesgos biotecnológicos

4.3.5. Factores de desarrollo

4.3.6. Relaciones

5. Resultados

Resultados de la forma aleatoria

Resultados de la forma real

Discusión de los resultados

6. Conclusiones

6.1. Conclusiones

6.2. Trabajo futuro

7. Código numérico

8. Anexes

9. Referencias

10. Bibliografía

Índice de figuras

- 1.1. Evolución del mundo antes y después de descubrir los antibióticos [1]
- 1.2. Tasa de mortalidad específica [2]
- 1.3. Esperanza de vida [3]

Agradecimientos

Después de mucho esfuerzo y dedicación, por fin ha llegado este momento tan esperado: he terminado mis prácticas académicas. Dicen que todo comienzo tiene un final y todo final es un nuevo comienzo. Sigo, no sé lo que me espera detrás de la puerta que cruzaré. A veces trato de imaginar mi vida dentro de unos años y, por primera vez, mi mente no tiene un enfoque claro.

Siento miedo y ansiedad por esta incertidumbre. Una cosa tengo muy clara: si he llegado hasta aquí es gracias a todas las personas maravillosas que siempre han estado a mi lado ya ellas quiero dedicar este trabajo de fin de máster.

En primer lugar, quiero agradecer a todos mis maestros y profesores los conocimientos que me han sabido transmitir durante todos estos años.

Como no podía ser de otra manera, tengo que agradecer a mis padres, hermanos, novia y amigos, por todo el apoyo y cariño que recibo día a día.

Y, por último, quiero dedicar este trabajo de fin de máster a las personitas que me hacen sonreír todos los días. Ustedes son los que más extraño en este momento. Mis padres, mi abuela, mis tíos, mis tías, mi profesor Pablo Carbonell y mis amigos de infancia. Espero que todos vuestros sueños se hagan realidad.

Soy yo quien dentro de unos años leeré tus proyectos.

Gracias a todos porque sé que con vosotros a mi lado no hay nada que temer.

1. Introducción

1.1. Motivación:

Hoy en el día, no tenemos muchas dificultades con la fiebre o la gripe u otras enfermedades parecidas, tenemos mucha suerte que estamos en la era de los antibióticos con los desarrollos de la industria. Entonces, lo que quiero decir que la gente antes estaba sufriendo para vivir, porque antes cualquier gripe afectaba mucho a la gente, además los diabéticos los que no pueden soportar el dolor y esto es verdad, es que estamos viendo ahora en 2022 gente sufriendo un poco con este tipo de enfermedades en la era de tecnología, pero, si pensamos un poco sobre el pasado lejos nos vamos a saber la cantidad de dolor de la gente la que es enorme. En el pasado la gente eliminaba los estimulantes (café, té, chocolate, alcohol), para evitar los alimentos demasiado grasos, demasiado ricos en azúcar o muy picantes y así se quedan más sanos y evitan el riesgo de tener enfermedades.

El contexto de la Segunda Guerra Mundial dio un impulso decisivo a la naciente industria farmacéutica. Las enormes necesidades de la medicina militar estimularon a investigadores e industriales en muchos campos, en primer plano el de los antibióticos, con la producción industrial de penicilina en Estados Unidos, justo antes de su entrada en guerra. Otros medicamentos, como la mepacrina para tratar la malaria, también se han beneficiado del desarrollo acelerado en el contexto del conflicto mundial. Después de la guerra y el desmantelamiento del gigante químico alemán IG Farben, la industria farmacéutica estuvo dominada, y aún lo está, por empresas estadounidenses y, en menor medida, europeas. Su fortuna proviene en parte de su auge en la década de 1940, consolidada por la apertura de un nuevo mercado de la salud y la medicina (como especialidad patentada) que ha seguido desarrollándose desde la posguerra.

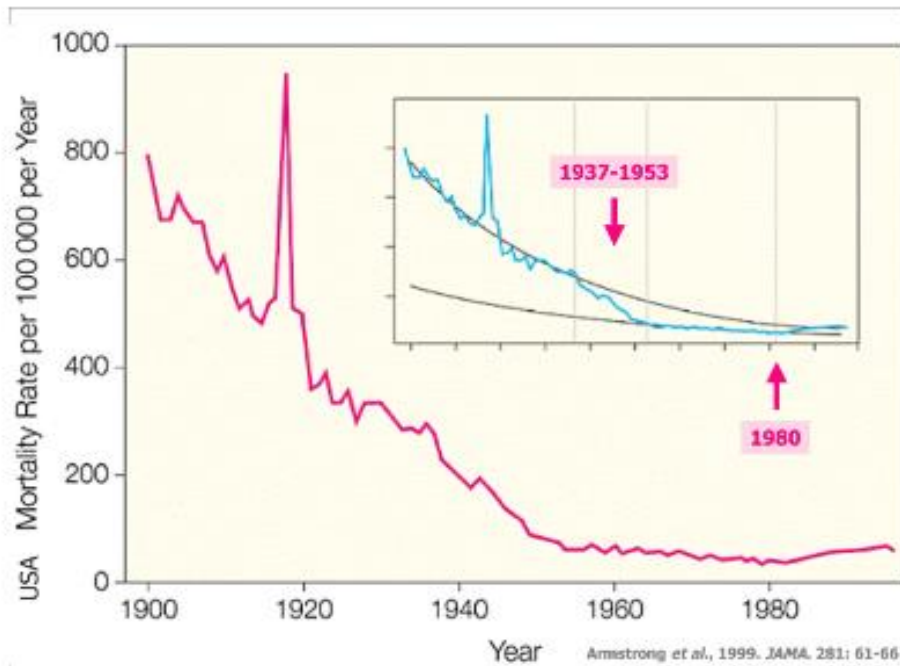


Figura 1.1. Evolución del mundo antes y después de descubrir los antibióticos [1]

En esta gráfica la de arriba, vamos a saber algunas informaciones que presentan el cambio del mundo antes y después de los antibióticos y así conocemos la importancia de nuestro producto. Tenemos en la gráfica la mortalidad anual por cada cien mil habitantes durante el siglo XX en los Estados Unidos. En el recuadro se indican las tendencias. Las flechas señalan los cambios de tendencia por la disponibilidad de antibióticos y por la propagación de resistencias a ellos. Además, hay otros motivos uno de ellos es lo que estaba pasando en el mundo con algunas epidemias de gripe las que ahora no afectan a nadie, pero antes afectan mucho, pues aquí tenemos la mortalidad según la edad en la epidemia de gripe española comparada con epidemias de gripe normal. La epidemia de gripe española en 1918 causó más víctimas entre adultos jóvenes que las epidemias de años anteriores de gripe normal y su efecto sobre la expectativa de vida.

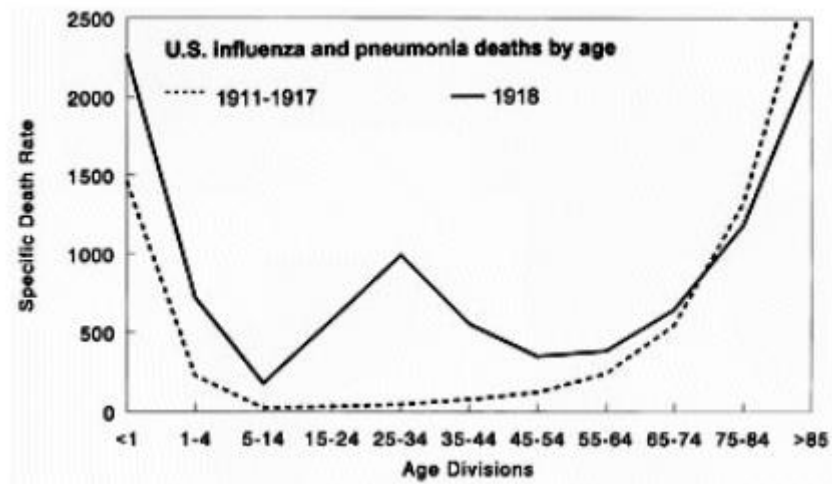


Figura 1.2. Tasa de mortalidad específica [2]

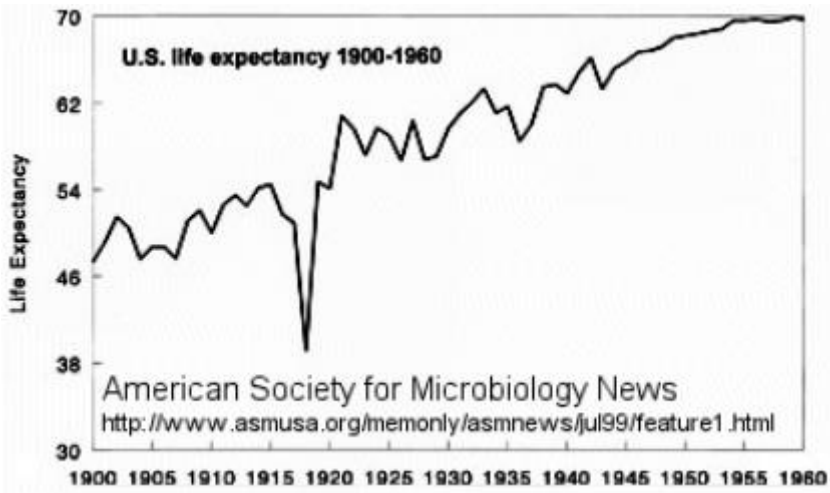


Figura 1.3. Esperanza de vida [3]

1.2. Objetivo:

Sabemos bien ahora en nuestro mundo la importancia de esta industria en muchos temas importantes de la vida. Mi objetivo es programar un programa que hace determinación del subconjunto de soluciones no dominadas para la priorización de los criterios de optimización en procesos de producción de base biológica. En general, tener los mejores resultados para construir un producto biológico lo que son en mi caso los antibióticos, según criterios muy importantes que tienen relación directa con este producto y así podemos mejorar la calidad. También, evaluar mi trabajo por técnicas aleatorias para estar de esta forma más cerca de la realidad y tener resultados más lógicos.

También, quiero que mi programa funcione automáticamente y detecte la cantidad de criterios y soluciones.

El programa va a graficar las soluciones y buscar las óptimas.

Además, uno de mis objetivos es pasar una información de mi parte a otras personas (amigos, compañeros u otras personas...) después de saber muchos detalles que antes no los sabía en la importancia y la necesidad de la construcción de los antibióticos, porque yo siempre creo que el trabajo no para en la clase o en algunos minutos de presentación. En general, quiero decir que la información no está solo para saberla también es para practicarla y compartirla.

1.3. Estructura del Proyecto:

Este trabajo fin de máster se ha dividido en 3 apartados que se organizan según se explica a continuación:

La presente sección, el apartado 1, ha servido como medio introductorio al estudio que se ha realizado, explicando que este sea de interés y cuáles son los objetivos que se pretenden alcanzar. Este apartado se presenta en la función rank.py la cual se ha puesto en el apartado del código numérico.

El documento continúa con el Apartado 2, en el que se detalla la formulación general del estudio, es decir, trabajar al principio con la forma aleatoria luego pasar a la forma real y calcular el grupo de soluciones que no está dominado por otras soluciones.

Finalmente, el apartado 3, donde se han puesto los valores de los criterios que se eligieron en un fichero Excel del tipo CSV. Existen 150 posibles soluciones y cada una tiene 7 criterios.

2. Resumen

En este apartado voy a hablar sobre mi trabajo en general y lo que he hecho para llegar a mis resultados. Mi programa funciona automáticamente y detecta la cantidad de criterios y soluciones, también te grafica las soluciones y te busca las óptimas, para hacer este trabajo empezaba con la forma aleatoria, yo utilicé el lenguaje de programación Python, en Google Colab. Al principio, empezaba con el Scikit-learn que es una librería que se usa más para machine-learning, luego he analizado y he extraído los valores para cada uno de los criterios, lo que quiero decir es hacer la estadística sobre los criterios de 0 a 6. Por cierto, mis criterios son 7 (Temperatura, número de dosis, duración, edad, humedad, presión y punto de rocío).

Ahora vamos a saber mis componentes principales los que son dos: (1/ La matriz X, 2/El vector Pref). La matriz X tiene 150 filas y 7 columnas [Las columnas: son los criterios; Las filas: son las soluciones]. Cada solución tiene 7 criterios también podemos decir la dimensión de una solución es 7. En cada fila el sistema va a elegir solo una solución. El vector Pref en cada línea de soluciones va a tener 7 valores, que se corresponden con los criterios y así el sistema va a entender lo que va a hacer, por ejemplo, si uno de esos 7 criterios tiene un valor de menos de 1 el sistema va a minimizarlo, si el valor es mayor de 1 el sistema va a maximizarlo y al final si es igual a 0 el sistema no hace nada (sin preferencial). También, tengo una función que se llama rank.py la que tiene muchas funciones pequeñas una de ellas se llama Rank Path que tiene relación la matriz X y el vector Pref, al principio hace el sanitize que convierte el vector Pref en [0,1,-1] luego, la multiplica de la

matriz X por $Mask$ (lo que es los valores del Pref $[0,1,-1]$) al final, hace el mínimo y el máximo por columna de X cada uno separado al otro ($Max=[C1,C2,C3,C4,C5,C6]$; $MIN=[C1,C2,C3,C4,C5,C6]$) y se multiplican por $Np.where$ (lo que trae el índice donde $[Max-Min > 0]$).

Las estadísticas utilizadas en este trabajo para medir y analizar las soluciones fueron el máximo, mínimo, mean, variance (varianza), skewness (asimetría) y kurtosis (curtosis).

Voy a hablar ahora sobre las soluciones paretales. Primera cosa lo que va a pasar que el programa va a calcular todas las soluciones en cada línea y luego va a ordenarlas de la mejor hasta la peor, porque el método de Pareto busca las soluciones no dominadas (las mejores). Para explicar más el funcionamiento del Pareto voy a escribir un ejemplo: en primer paso el Pareto toma una solución cualquiera por ejemplo solución número 0, su segundo paso es compara la solución 0 con la solución número 1 (sol. N^o VS sol. N^o1) lo que va a pasar es si 1 mejor que 0 \rightarrow 1 domina a 0 \rightarrow la solución n^o no es óptima. Así sigue el Pareto su funcionamiento hasta al final (comparar todas las soluciones hasta tener la solución óptima la que es no es dominada de ninguna otra solución).

Luego, hago las sumas, las medias, las modas y la desviación estándar con la selección de toda una columna, por ejemplo, por la columna 1: $X[:, 1]$.

Al final, yo pasé todo el trabajo de la forma aleatoria a la forma real y este pasaje lo he hecho con el cambio de todos los valores en los criterios, en la matriz y en el vector. Todo esto para llegar al objetivo número uno del trabajo, lo que es tener resultados reales

que nos ayuden luego para interpretar, ver las soluciones óptimas del programa y así tenemos el trabajo completo.

3. Metodología

3.1. Entradas del problema

3.1.1. Los criterios:

Tengo en mi trabajo 7 criterios que son muy importantes y afectan mucho a los resultados, porque yo trabajé con criterios aleatorios al principio y luego con otros reales, la verdad hay diferencia entre los dos porque unos que dan resultados con cualquier manera que no se podría entenderlos, pero el importante para mí en este paso que mi programa funciona es que yo sabía cuándo hago la cambia va a funcionar. El importante que los criterios reales son más difíciles para sacar sus valores y entenderlos luego en los resultados. El trabajo no tiene ningún sentido sin esas entradas porque ellas son la base de la forma real. Mis criterios son: la temperatura, numero de dosis, duración, edad, humedad, presión y punto de rocío, los elegí porque tienen relación directa con mi objetivo lo que es la construcción de los antibióticos y esto se hace después de leer algunos artículos, documentos y preguntar gente que saben mucho sobre el tema de medicina.

3.1.2. Ecuaciones:

Según el documento lo que recibí para hacer este trabajo tenía esas ecuaciones porque ayudan a entender lo que tengo que hacer, son:

$$\begin{aligned}
 Sv &= 0 \\
 \forall b_i \leq v_i \leq v_{ub_i} \\
 \forall T > 0
 \end{aligned}$$

Minimize $f_m(p)$

Subject to $p \in P$

$$f_{norm_i} = f_i - z^* / z_{nadi} - z^* / i$$

$$(\sum_i |f_i(p) - z^*| / p)^{1/p}$$

En general, las ecuaciones me dan un área de soluciones óptimas y tengo que calcular el grupo de soluciones que no está dominado por otras soluciones.

Por cierto, voy a explicar las ecuaciones con detalles en el siguiente apartado (Problema de optimización) porque tienen relación.

3.2. Problema de optimización:

Planteamiento del problema:

Las herramientas de retrosíntesis de vías metabólicas como RetroPath2.0 pueden enumerar todas las vías de producción que vinculan una sustancia química objetivo T con el huésped. Una vía viable es cualquier solución al problema de optimización de la restricción:

$$Sv=0$$

$$v_{lb_i} \leq v_i \leq v_{ub_i}$$

$$v^T > 0$$

donde v es un vector que contiene el conjunto de reacciones involucradas en las rutas (alcance metabólico).

El conjunto de vías de solución P constituye el conjunto factible. Para priorizar la selección de la ruta p , se pueden considerar varios objetivos $f_i(p)$ en un proyecto típico de diseño de ruta metabólica: número de enzimas, eficiencia enzimática, títulos y rendimientos teóricos, etc. Todos estos son objetivos en conflicto y por lo tanto no es posible identificar una solución única. Los enfoques clásicos se han basado en reducir el problema a un problema de optimización de un solo objetivo a través de la escolarización, es decir, convertir la función de objetivo múltiple en una función escalar única, por ejemplo, mediante una suma ponderada de los objetivos. Sin embargo, no hay una forma obvia de elegir los pesos.

Vías no dominadas y vías Pareto-Óptimas

Aquí tomamos un enfoque diferente para realizar la clasificación:

Determinar las soluciones no dominadas o el conjunto óptimo de Pareto.

Cálculo del conjunto de soluciones de vías que no están dominadas por otras vías.

Se dice que una vía p_i domina a otra vía p_j si:

La vía p_i no es peor que p_j para ningún objetivo.

La vía p_i es estrictamente mejor que p_j para al menos un objetivo.

En general, nos puede interesar maximizar o minimizar cada objetivo, dependiendo de la definición de nuestra meta. Suponiendo que el problema inicial se reformula para convertirse en un problema de minimización, el objetivo es encontrar

Minimizar $f_m(p)$ sujeto a $p \in P$

donde P constituye el conjunto factible de soluciones de ruta.

Algunas definiciones útiles son:

El vector ideal z^ es el vector donde cada componente corresponde al valor mínimo de cada función objetivo f^*_j en el conjunto de soluciones.*

*El vector nadir z^{nad} es el vector donde es el valor límite superior de cada función objetivo f^*_j en la región óptima de Pareto.*

Normalización de rutas (utilizando el ideal y el nadir como valores extremos). Después de la normalización, el problema

se convierte en un problema de minimización dentro del hipercubo unitario en el subespacio positivo.

$$F_{\text{norm}} = \|f - z^*\|_1$$

Existen varios algoritmos para calcular el frente de Pareto. Seguiremos una estrategia de pelado de cebolla donde progresivamente los frentes de Pareto se calculan y eliminan del conjunto. Esto proporcionará una estratificación ordenada de las subpoblaciones de la ruta.

Enfoque de suma ponderada

Para clasificar las vías dentro de un conjunto de Pareto, utilizaremos un enfoque de suma ponderada. En caso de no tener preferencia, se adoptará un criterio global utilizando métricas L_p (Miettinen, 1998) para medir la distancia al vector ideal z^* . De lo contrario, se puede proporcionar un vector de preferencia y , en ese caso, las distancias se ponderarán en consecuencia.

$$\left(\sum_k |f_k(p) - z_k^*|^p \right)^{1/p}$$

3.3. Método de optimización:

El método empleado en el presente estudio para realizar la optimización determinación del subconjunto de soluciones no dominadas para la priorización de los criterios de optimización en procesos de producción de base biológica.

Se ha implementado un programa que funciona automáticamente y detecta la cantidad de criterios y soluciones, también te grafica las soluciones y te busca las óptimas,

Es un programa desarrollado, es decir que funciona por etapas y en cada iteración, entre todas las soluciones posibles, elige la solución óptima local para llegar a todas las soluciones óptimas globales.

3.4. Resolución del problema:

Para solucionar el problema se ha utilizado el lenguaje de programación Python, en Google Colab. Al principio, se ha empezado con el Scikit-learn que es una librería se usa más para machine-learning y empezar a trabajar con la forma aleatoria. Además, crear dos componentes principales son una matriz X y un vector $Pref$. La matriz X tiene 150 filas y 7 columnas [Las columnas: son los criterios; Las filas: son las soluciones]. El vector $Pref$ en cada línea de soluciones va a tener 7 valores los que son criterios y así el sistema va a entender lo que va a hacer.

También, crear una función que se llama rank.py la que tiene muchas funciones pequeñas (maximizar, minimizar, sanitizar, calcular las soluciones no dominadas, calcular las fronteras de paretos, obtener vector objetivo ideal en el frente de Pareto, comprobar si A domina a B y Rank Path que tiene relación la matriz X y el vector $Pref$).

El programa va a calcular todas las soluciones en cada línea y luego va a ordenarlas de la mejor hasta la peor, porque el Pareto busca las soluciones no dominadas (las mejores).

A continuación, se ha analizado y extraído los valores para cada uno de los criterios y hacer la estadística sobre los criterios de 0 a 6. Para pasar el trabajo de forma aleatoria a forma real se ha quitado el random lo que da al programa valores aleatorios y se ha elegido esos criterios (Temperatura, numero de dosis, duración, edad, humedad, presión y punto de rocío) para pasar valores reales y así funciona el programa en forma real.

Al final, añadir otras líneas en el código para mostrar las gráficas (son dos graficas una para mostrar las soluciones óptimas y otra para mostrar las soluciones solo con dos criterios) que son los resultados más importantes en nuestro trabajo, también clasificar las soluciones de la mejor hasta la peor, pero antes de este paso se ha creado un fichero Excel de tipo CSV donde se ha puesto los valores de los siete criterios y escribir la ruta del fichero para que el programa se puede leerlo.

3.5. Salidas del problema:

Una vez se ha hallado el camino óptimo, del análisis realizado se pueden obtener los siguientes resultados de interés:

**Las soluciones óptimas.*

**Las estadísticas de los criterios (max, min, mean, varianza, asimetría y curtosis).*

**La clasificación de las soluciones (de la mejor hasta la peor).*

**Graficar las soluciones solo con dos criterios.*

4. Estado del arte

4.1. Los antibióticos

4.1.1. Descripción:

Los antibióticos son medicamentos que funcionan previniendo el crecimiento de bacterias (antibióticos bacteriostáticos) o eliminándolas (antibióticos bactericidas).

Existen varias familias de antibióticos (penicilinas, quinolonas, macrólidos, etc.)

Cada familia de antibióticos solo es activa contra una bacteria específica o familia de bacterias.

Los antibióticos no funcionan contra virus u hongos.

4.1.2. Funcionalidades:

Víctimas de su éxito, los antibióticos son demasiado a menudo considerados como medicamentos que lo curan todo, de inmediato... pero eso no es cierto.

*Los antibióticos sólo son efectivos contra enfermedades de origen bacteriano:

-cistitis

-neumonía bacteriana

- angina bacteriana solo cuando la prueba de orientación diagnóstica rápida (TROD) es positiva, por lo tanto, a favor de un origen bacteriano de la angina,

- meningitis bacteria

* Los antibióticos no pueden hacer nada contra enfermedades de origen viral como la nasofaringitis tanto en niños como en adultos, la gripe, la bronquitis aguda o la mayoría de las anginas.

*Los antibióticos no actúan sobre los síntomas. Fiebre, tos, dolor de cabeza, trastornos digestivos, dolores corporales... Los antibióticos no pueden hacer nada contra estos síntomas... cuando la infección es viral. Existen medicamentos para aliviarlos, en particular el paracetamol para la fiebre y los dolores corporales.

*Los antibióticos no permiten recuperarse más rápido de una infección viral. En caso de enfermedades virales comunes, la persona se recupera naturalmente en 1 a 2 semanas, sin antibióticos... El cuerpo puede defenderse de estos virus frecuentes en invierno, solo necesita un poco de tiempo.

4.1.3. La eficacia:

El uso inapropiado y con demasiada frecuencia incorrecto de los antibióticos ha contribuido al desarrollo y propagación de bacterias que se han vuelto resistentes a los antibióticos. Esta resistencia se desarrolla cuando una bacteria se transforma y desarrolla mecanismos de defensa, reduciendo o anulando la acción de los antibióticos que la combaten.

Esta resistencia de las bacterias a los antibióticos, llamada resistencia a los antibióticos se ha desarrollado gradualmente y podría convertirse en una de las principales causas de muerte en el mundo: provocaría cerca de 12.500 muertes cada año en Francia. Esta resistencia pone en duda la capacidad de curar incluso las infecciones más comunes.

Para luchar contra el desarrollo de resistencias bacterianas y preservar la eficacia de los antibióticos, dos medidas son esenciales.

4.1.4. Mejor uso de antibióticos:

Confíe en su médico porque él sabe cuándo se necesitan antibióticos y cuándo no. No tome antibióticos sin receta y sin consejo médico.

Su médico le receta antibióticos solo para tratar infecciones bacterianas. Elige el antibiótico más eficaz contra la bacteria en cuestión. En algunos casos, es necesario un análisis bacteriológico para identificar la bacteria en cuestión. Si es así, este análisis se complementa con un antibiograma, que permite determinar qué antibiótico será el más efectivo contra la bacteria en cuestión.

Cuando su médico le recete un tratamiento con antibióticos, asegúrese de: respete la dosis, la frecuencia de las dosis y la duración de su tratamiento antibiótico, de acuerdo con lo mencionado en la receta;

no utilice su tratamiento para otra persona. Se prescribe un tratamiento específico para este tipo de infección y adaptado a cada persona;

busque el consejo de su médico de cabecera si cree que está experimentando un efecto adverso debido a su tratamiento (erupción cutánea, náuseas, etc.); no interrumpa su tratamiento prematuramente, incluso si su condición mejora. Debe tomar el antibiótico durante el tiempo prescrito; una vez terminado el tratamiento, no reutilice un antibiótico, incluso si tiene síntomas que se asemejan a los que tenía anteriormente; al final del tratamiento, devuelva a su farmacéutico todas las cajas abiertas o no utilizadas.

Juntos, conservemos los antibióticos. Preservándolos hoy, podemos beneficiarnos de su eficacia cuando realmente los necesitemos. Antibióticos: utilizados incorrectamente, se volverán menos fuertes.

4.1.5. Uso de antibióticos contra bacterias:

Los antibióticos sólo son eficaces contra las bacterias. Desde su primer uso a mediados del siglo XX, han permitido avances en el tratamiento de enfermedades infecciosas. Pero su uso masivo ya menudo inadecuado favorece la aparición de resistencias bacterianas a los antibióticos.

4.1.6. Prevenir infección:

Este es el primer paso en la lucha contra la resistencia a los antibióticos. Una infección evitada: ¡es un antibiótico preservado!

Para prevenir infecciones:

lávase las manos con frecuencia, especialmente después de usar el baño, al regresar a casa del trabajo, antes de preparar una comida, después de estornudar y sonarse la nariz, antes y después de cuidar a alguien, antes y después de cuidar a su animal;

almacenar los alimentos y preparar las comidas en las condiciones apropiadas para cada alimento;

respeta las vacunas obligatorias y recomendadas: te protegen a ti y a los que te rodean. Algunas enfermedades bacterianas se previenen mediante la vacunación (por ejemplo, contra la tos ferina, contra ciertos gérmenes responsables de la neumonía o la meningitis: neumococo, meningococo, haemophilus influenza, etc.)

Menos infecciones = menos antibióticos recetados = menos resistencia de las bacterias a los antibióticos

4.1.7. La resistencia a los antibióticos:

La resistencia a los antibióticos, o resistencia a los antibióticos, se define por la ineficacia del tratamiento con antibióticos en la infección bacteriana objetivo.

La administración repetida de antibióticos en humanos o animales es responsable del aumento de la resistencia bacteriana a los antibióticos: la presencia de antibióticos en el organismo favorece la selección de bacterias resistentes, ya sea de forma natural o por mutación o por intercambios de material genético (plásmido) con otras bacterias. Los antibióticos absorbidos eliminarán las bacterias sensibles para dar paso a las bacterias resistentes. Estos pueden transmitirse y propagarse entre individuos, particularmente en entornos de atención médica. Hacen que el tratamiento antibiótico posterior sea menos efectivo para el paciente y para la comunidad.

4.2. Estudios de Paretos

El diagrama de Pareto es un gráfico que representa la importancia de las diferentes causas de un fenómeno. Este diagrama permite resaltar las causas más importantes del número total de efectos y, por lo tanto, tomar medidas específicas para mejorar una situación.

La ley de Pareto es una poderosa y sobre todo sencilla herramienta de análisis de problemas porque sin haber estudiado matemáticas, con un lápiz y una hoja de papel, puedes ganarlo todo si tu problema está bien identificado y tu base de datos justa.

4.2.1. Funcionalidades de paretos:

El gráfico de Pareto es un gráfico de columnas. Permite clasificar las causas o eventos no deseados por orden de importancia, siendo la altura de cada columna proporcional al impacto de cada causa.

El diagrama de Pareto destaca las causas que generan el mayor número de efectos. Es conocido principalmente por su regla que establece que el 80% de las consecuencias tienen su origen en el 20% de las causas.

Mientras que el diagrama de Ishikawa tiene como objetivo identificar todas las causas y factores que conducen a una situación, el diagrama de Pareto, por lo tanto, sirve más para clasificar los fenómenos en orden de importancia. El gráfico de Pareto es una herramienta sencilla para establecer prioridades y ayudar en la toma de decisiones.

4.2.2. Usos de paretos:

las ilustraciones del uso de los diagramas de Pareto son tan numerosas como variadas, citemos como ejemplos:

- ayudar en la toma de decisiones y determinar prioridades en las acciones.
- clasificar los artículos a almacenar y determinar el método de gestión (es común encontrar que solo el 20% de los artículos contribuyen al 80% de la facturación).
- seguimiento de la calidad: el 20% de las causas representan el 80% de todos los defectos.

- análisis de un proceso: sólo el 20% de las operaciones acumulan el 80% del valor añadido.

Para determinar las prioridades y la relevancia de una acción, el uso de herramientas simples de análisis y apoyo a la decisión, como los diagramas de Pareto y el QQQQCP, pueden ser muy útiles.

4.2.3. Las ventajas:

-Fácil y rápido de implementar.

-Visual e instructivo.

- Destacar "a primera vista" las prioridades a dar (según la ley del 80/20: el 80% del problema estudiado es generado por sólo el 20% de las causas que lo originan).

4.2.4. Metodología y asesoramiento:

-Este diagrama se usa ampliamente para resaltar la causa raíz de un problema. Atacaremos las causas en el orden de las alturas de las columnas, rehaciendo diagramas a medida que se implementen las soluciones adoptadas, para seguir su evolución.

-Este diagrama también se puede utilizar en diferentes etapas del proceso de resolución de problemas, por ejemplo, para visualizar los resultados de una votación ponderada.

-Podemos agrupar en una clase "varios" todos los atributos que aparecen con un porcentaje inferior a un umbral que hayamos fijado. El ancho de la columna será el mismo que el de las demás, pero muchas veces será mayor ya que acumula varios valores.

4.2.5. Eficiencia de Pareto:

La eficiencia de Pareto o la optimización de Pareto es una situación en la que ningún individuo o criterio de preferencia puede ser mejor sin empeorar al menos un individuo o criterio de preferencia o sin perderlo. Los siguientes tres conceptos están íntimamente relacionados:

* Dada una situación inicial, una mejora de Pareto es una situación nueva en la que algunos agentes ganarán y ningún agente perderá.

*Se dice que una situación está dominada por Pareto si existe una posible mejora de Pareto.

*Una situación se llama Pareto óptima o Pareto eficiente si ningún cambio puede conducir a una mejora en la satisfacción de un agente sin que otro agente pierda o si no hay posibilidad de mejora de Pareto.

Pareto usó originalmente la palabra "óptimo" para el concepto, pero dado que describe una situación en la que un número limitado de personas lo hará mejor con recursos limitados, y no considera la igualdad o el bienestar social, es de hecho una definición y se capta mejor por "eficiencia".

Además del contexto de la eficiencia distributiva, el concepto de eficiencia de Pareto también surge en el contexto de la eficiencia de producción con respecto a la ineficiencia x: un conjunto de salidas de bienes es eficiente en el sentido de Pareto si no hay una reasignación factible de insumos productivos de tal manera que la producción de un bien aumenta mientras que la producción de todos los demás bienes aumenta o permanece igual.

Además de la economía, la noción de eficiencia de Pareto se ha aplicado a la selección de alternativas en ingeniería y biología. Primero se evalúa cada opción, de acuerdo con varios criterios, luego se identifica ostensiblemente un subconjunto de opciones con la propiedad de que ninguna otra opción puede superar categóricamente a la opción especificada. Es una declaración de la imposibilidad de mejorar una variable sin dañar otras variables bajo optimización multiobjetivo (también llamada optimización de Pareto).

4.2.6. La frontera de Pareto:

La frontera de Pareto es el conjunto de todas las asignaciones eficientes de Pareto, representadas gráficamente de manera convencional. También se conoce como la fachada de Pareto o el conjunto de Pareto.

Para un sistema dado, la frontera de Pareto o el conjunto de Pareto es el conjunto de parametrizaciones (asignaciones) que son todas eficientes en el sentido de Pareto. Encontrar las fronteras de Pareto es particularmente útil en ingeniería. Al proporcionar todas las soluciones potencialmente óptimas, un diseñador puede realizar compensaciones específicas dentro de este conjunto restringido de parámetros, en lugar de tener que considerar la gama completa de parámetros.

La frontera de Pareto, $P(Y)$, se puede describir más formalmente de la siguiente manera. Considere un sistema con función $f: X \Rightarrow R^m$, donde X es un conjunto compacto de decisiones factibles en el espacio métrico R^n , e Y es el conjunto factible de vectores criterio en R^m , tal que $Y = \{y \in R^m: y = f(x), x \in X\}$.

Suponemos que se conocen las direcciones preferidas de los valores de los criterios. Se prefiere un punto $y'' \in R^m$ a (estrictamente domina) otro punto $y' \in R^m$, escrito como $y'' > y'$. Por lo tanto, la frontera de Pareto se escribe: $P(Y) = \{y' \in Y : \{y'' \in Y : y'' > y', y' \neq y''\} = \emptyset\}$.

4.2.7. Uso en biología:

La optimización de Pareto también se ha estudiado en procesos biológicos. En las bacterias, se ha demostrado que los genes son económicos de fabricar (eficientes en recursos) o más fáciles de leer (eficientes en traducción). La selección natural actúa para empujar genes altamente expresados hacia la frontera de Pareto para la utilización de recursos y la eficiencia de la traducción. Los genes cercanos a la frontera de Pareto también evolucionan más lentamente (lo que indica que proporcionan una ventaja selectiva).

4.2.8. Procedimiento de la ley de Pareto:

El siguiente método paso a paso explica cómo hacer su primer análisis:

- 1/ Definir el tema a analizar
- 2/ Recopilar y cotejar datos
- 3/ Clasifique los datos en algunas categorías principales
- 4/ Agrupar categorías con pocos datos en una sola categoría
- 5/ Toma los datos de cada categoría
- 6/ Determinar los porcentajes con relación al total y clasificarlos por valor decreciente
- 7/ Calcular el porcentaje acumulado.

4.2.9. Aplicaciones de la ley de Pareto:

La Ley de Pareto no es una ciencia exacta y no se aplica de forma sistemática, sin embargo, como herramienta de análisis y toma de decisiones, se puede utilizar en una gran variedad de situaciones. Puede ser muy útil para reflexiones en:

Estrategia: Para definir una gama de productos, objetivos de ventas para los vendedores, desarrollar la estrategia, elegir las tareas más eficientes, etc.

Gestión: Para la gestión de inventarios con el fin de determinar las mermas a evitar, la gestión de las fuerzas de la empresa, ...

RH: Para la gestión de equipos, gestión de habilidades,

Organización: Para contrarrestar tareas inútiles, priorizar las tareas a realizar, buscar las causas de un problema, trabajar en la eficacia y eficiencia de las tareas individuales, etc.

Al analizar con precisión el tiempo dedicado a cada tarea y asignar cada tarea a una función, la ley de Pareto es muy útil para el líder que desea mejorar su eficiencia personal.

Podrá realizar un diagrama de Pareto, una representación gráfica de los resultados obtenidos y que permitirá visualizar las misiones que consumen tiempo de las otras misiones.

Al comparar los resultados con un análisis de su efectividad real, el gerente puede decidir modificar su horario, asignar ciertas misiones que requieren mucho tiempo a un empleado y muchas otras acciones concretas y medibles.

4.3. Biotecnología

4.3.1. Descripción de la biotecnología:

La biotecnología es un campo que abarca todas las tecnologías y aplicaciones que implican el uso o la modificación de materiales vivos con fines de investigación científica para aumentar el conocimiento humano, o con fines comerciales para crear un producto o servicio.

Sin embargo, la definición de biotecnología es tan amplia que engloba las técnicas ancestrales utilizadas por el hombre durante siglos para la fermentación o domesticación de plantas y animales. Es por ello por lo que se identifican separadamente las “biotecnologías modernas”, derivadas de la ingeniería genética tras el descubrimiento del ADN en 1953 y las innumerables investigaciones posteriores que de ello resultaron.

La OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) define la biotecnología como “la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a sus componentes, productos y diseños, para modificar materiales vivos o no vivos para la producción de conocimiento, bienes y servicios”.

La biotecnología, o "tecnología de bioconversión", resulta, como su nombre indica, del matrimonio entre la ciencia de los seres vivos -la biología- y un conjunto de nuevas técnicas de otras disciplinas como la microbiología, la bioquímica, la biofísica, la genética, la biología molecular, la informática.

Por abuso del lenguaje, a menudo se restringe al campo de la ingeniería genética y de las tecnologías resultantes de la transgénesis, lo que permite en particular intervenir sobre el patrimonio genético de las especies para descifrarlo o modificarlo.

4.3.2. los principales campos:

La biotecnología juega un papel importante en el sector de las industrias de la salud, pero también tiene un papel emergente en los sectores del medio ambiente, la agricultura y la alimentación, así como para el desarrollo de procesos industriales innovadores. Según la OCDE, actualmente aportan menos del 1% del

*PIB de los países de la OCDE, pero este umbral podría aumentar hasta el 2,7% en 2030. La Unión Europea “invierte 1.900 millones de euros en la creación de una bioeconomía europea bajo el programa 'Alimentación, agricultura y pesca y biotecnología» del *Séptimo Programa Marco (7PM).»

En agricultura (biotecnología verde):

Para la agricultura y el medio ambiente, las biotecnologías pueden y podrían permitir mejorar las características de las variedades de muchas especies⁸, reducir el uso de fertilizantes y pesticidas haciendo que las plantas en particular sean más resistentes a las enfermedades, contribuir a reducir las emisiones contaminantes o gases de efecto invernadero, mejorar proteger los recursos hídricos, cultivar en suelos contaminados o regar con agua salada y capturar el nitrógeno que necesitan del aire:

Las empresas activas en este sector están representadas a nivel europeo por *EuropaBio. En Francia, la *AFBV tiene como objetivo implementar una agricultura sostenible, en particular a través de la biotecnología vegetal.

Según un informe de la OCDE de 2009, “para 2015, aproximadamente la mitad de la producción mundial de los principales cultivos alimentarios y *forrajeros se producirá mediante variedades desarrolladas mediante biotecnología. »⁷. En 2015, el 49% del área cultivada de las 4 principales plantas cultivadas provino de la biotecnología. Las tasas de adopción varían del 29 % para el maíz al 83 % para la soja 9%.>

El primer desarrollo experimental (en la década de 1980) y luego en campo abierto (década de 1990/2000) de las biotecnologías en el campo de la agricultura y la agronomía, en particular a través de *OGM, suscita muchas controversias, el nivel de ciertos grupos profesionales de agricultores (como la Confédération paysanne en Francia) y ONG como Greenpeace o Friends of Nature. La asociación Inf'OGM sigue las noticias en este campo para alimentar el debate público.

En el ámbito de la salud (biotecnología roja):

El sector de la salud (humano y veterinario) utiliza cada vez más biotecnologías para descubrir, probar y producir nuevos tratamientos, por ejemplo: vacunas, proteínas recombinantes, anticuerpos monoclonales, terapia celular y génica (no viral), vectores virales, etc. Las biotecnologías también se utilizan ampliamente

para diagnosticar y comprender mejor las causas de las enfermedades. Esta tendencia es cada vez más marcada y está transformando gradualmente el sector de la industria farmacéutica, como lo confirma la llegada de muchos jugadores cuyas innovaciones conllevan una gran cantidad de promesas tanto para pacientes como para médicos. Las apuestas del sector se modifican naturalmente¹⁰, y a largo plazo también se plantea la cuestión del control del gasto sanitario, ya que un cierto número de estas innovaciones están orientadas a la medicina "personalizada", a un coste relativamente alto porque pretende desarrollar terapias dirigidas. Pero la prevención, así como el ajuste previo de las opciones terapéuticas, deberían compensar estos costos adicionales, ofreciendo en última instancia la posibilidad de que los pacientes sean atendidos antes y de manera más efectiva.

Las biotecnologías, en el sector de la salud, requieren un gran esfuerzo investigador para comprender el funcionamiento de los organismos, diseñar fármacos capaces de actuar sobre posibles perturbaciones y diferenciar mejor la parte de la genética y la del medio ambiente en la etiología y epidemiología de las enfermedades. Este esfuerzo de I+D+i es cada vez más subcontratado por la industria farmacéutica a empresas biotecnológicas, con el objetivo de tener acceso a una oferta más diversificada de productos terminados, es decir, candidatos a fármacos para los que se realizan pruebas de concepto (ensayos in vitro y/o en cultivo celular), pruebas de factibilidad (ensayos en animales), e incluso ya se han realizado evaluaciones clínicas en humanos.

La presencia efectiva de un tejido de empresas biotecnológicas jóvenes e innovadoras es, por tanto, una importante fuente de innovación para el sector farmacéutico. Así, actualmente el 15% de los nuevos fármacos se derivan de la biotecnología y las proyecciones elevan esta cifra al 40% para 2010. [ref. obsoleto] [ref. deseado].

La farmacopea es el campo en el que el público acepta mejor el uso de la transgénesis, si los microorganismos genéticamente modificados se cultivan en reactores cerrados y no a campo abierto, y con las mejores condiciones de bioseguridad.

En el campo de la industria (biotecnologías blancas):

Mucho más allá del sector farmacéutico, las biotecnologías blancas están desempeñando un papel cada vez mayor en la bioindustria, particularmente en las áreas del medio ambiente. Las tecnologías blancas, a veces denominadas de segunda o tercera generación, utilizan generalmente bacterias utilizadas como vectores y/o productoras de enzimas u otras sustancias de interés técnico y comercial.

Mientras que la ingeniería ecológica trabaja más bien in situ y con los ecosistemas, las biotecnologías blancas hacen un amplio uso de la fermentación en biorreactores, la importación de organismos creados por ingeniería genética o importados de ambientes extremos, u otros procesos biotecnológicos que han dado lugar, por ejemplo, a la lixiviación biológica, o en la industria del papel despulpado biológico, blanqueo biológico, o desulfuración biológica en otro lugar, o biorremediación (fitorremediación, micoremediación, etc.) de suelos o sedimentos contaminados, biofiltración de agua o aire, etc. Las biotecnologías blancas también podrían contribuir al desarrollo de sensores más sensibles al estado fisicoquímico del medio ambiente, su contaminación por sustancias químicas. También podrían utilizarse para desarrollar procesos de reciclaje innovadores. Los organismos modificados genéticamente u organismos seleccionados por sus capacidades naturales pueden utilizarse para producir materiales innovadores, sustancias químicas, que son muy difíciles o caras de obtener mediante la química tradicional.

En el campo de la biodiversidad marina (biotecnologías azules):

Las biotecnologías azules se centran en la biodiversidad marina. Su objetivo es desarrollar la explotación de recursos aún desconocidos del mundo marino, o desarrollar y mejorar la gestión de especies marinas, ya sean de cultivo o silvestres.

En el campo de la protección del medio ambiente (biotecnología amarilla):

El uso de biotecnologías se ha desarrollado en el manejo de la contaminación. Las biotecnologías amarillas utilizan biorreactores para cultivar microorganismos capaces de degradar productos tóxicos o diluir elementos nocivos como el mercurio, para hacerlos benignos. Estas técnicas son más suaves y económicas que la química tradicional.

En el campo de la educación (biotecnología naranja):

-Los objetivos de la biotecnología de la naranja incluyen:

*divulgar en un lenguaje sencillo y accesible al público, incluidas las personas con necesidades especiales (por ejemplo, sordos y ciegos) qué son las biotecnologías, mostrar sus fundamentos, así como sus campos de aplicación y sus límites.

*brindar acceso y crear materiales y estrategias para el desarrollo de actividades educativas, didácticas y de difusión de la biotecnología: facilitar el acceso a través de información sobre publicaciones, bibliografías y enlaces que traten los diversos aspectos de la biotecnología.

*contribuir a la creación de una amplia cultura científica y tecnológica en la sociedad en lo que se refiere específicamente a las biotecnologías.

*fomentar, identificar y atraer a personas con vocación científica y altas capacidades para que se interesen por las biotecnologías.

4.3.3. Términos biotecnológicos y códigos de colores:

Hay tantas biotecnologías contemporáneas que los laboratorios de investigación ahora utilizan “códigos de colores” para clasificarlas y separarlas: las “biotecnologías rojas” son aquellas que incluyen actividades médicas como la fabricación de medicamentos, vacunas o terapias génicas; mientras que las “biotecnologías verdes” son aquellas relacionadas con aplicaciones agrícolas y ecológicas con la creación de plantas genéticamente modificadas que requieren menos agua y fertilizantes.

Por su parte, los fabricantes han desarrollado sus propios códigos de color. Así, las biotecnologías se denominan "blancas" cuando se relacionan con la producción de biocombustibles, "naranjas" si tienen un fin puramente educativo, "azules" si están enfocadas al uso de materiales marinos vivos y "amarillas" para todas las relacionadas con la lucha contra Tratamientos de contaminación. Sin embargo, las empresas emergentes a menudo prefieren usar la jerga inglesa, como “biotecnología agroalimentaria”.

4.3.4. Prevención de riesgos biotecnológicos:

Aunque es muy prometedora en términos de progreso médico, agrícola y ambiental, la biotecnología en sí conlleva riesgos inherentes, ya sea una amenaza biológica (exposición involuntaria o deliberada a agentes infecciosos), contaminación biotecnológica (diseminación de organismos genéticamente modificados en el medio ambiente natural) o efectos secundarios no anticipados. Efectos Para reducir los riesgos asociados al desarrollo de la biotecnología, la CNCDH (Comisión Nacional Consultiva de los Derechos Humanos) propuso a finales de la década de 1980 grandes principios éticos que sirvieron de base a la normativa nacional e internacional. Cualquier investigación o aplicación comercial en biotecnología debe, por tanto, incluir un estudio de los riesgos físicos, químicos y toxicológicos, y estar acompañada de soluciones para prevenir y gestionar estos riesgos si es necesario.

4.3.5. Factores de desarrollo:

El avance de la bioquímica y la informática, que ha llevado a la *bioinformática en este campo, ha permitido construir las vastas bases de datos necesarias para la secuenciación de proteínas y el genoma y su interpretación o modelado.

También fueron importantes las buenas condiciones para la investigación y la formación científica. Las esperanzas suscitadas por las biotecnologías en los años 80 y 90 impulsaron la financiación de la investigación y la formación en este campo, a menudo en detrimento de otras ciencias (*taxonomía, *botánica, *ecología, *toxicología, *ecotoxicología).

A fines de la década de 1990, varios líderes en biotecnología, como las estadounidenses Amgen y Genentech, estuvieron entre las empresas que se hicieron famosas gracias a una burbuja de capitalización bursátil sin igual en la historia, que terminó en un *krach, un fenómeno que afectó también a muchas pequeñas empresas de Internet. mineras y empresas mineras junior, listadas en las bolsas de valores de Vancouver o Toronto sin haber extraído aún una sola tonelada de mineral.

En algunas áreas, los avances en la legislación y las normas que han establecido umbrales de contaminación permisibles cada vez más bajos, incluso en términos

de emisiones de gases de efecto invernadero, también han llevado a encontrar soluciones nuevas, más eficientes y efectivas.

La reducción y/o el aumento del costo de los recursos de petróleo o gas también lleva a encontrar alternativas energéticas, en particular a través de la producción de biogás y alcohol que se pueden producir con procesos biotecnológicos.

Las ayudas públicas y las convocatorias de interés o de proyectos también han impulsado la I+D+i en este ámbito. En Francia, los resultados de proyectos como "GABI" (red económica para la investigación del genoma vegetal que tiene como objetivo analizar el genoma vegetal), "RiNA" (plataforma cooperativa para actores de la economía y las ciencias interesados en tecnologías de ARN) o "GENOPLANTE" han facilitado los avances en la materia.

La creación de centros de recursos biológicos, infraestructuras centradas en biobancos cualificados y certificados, pretenden hacer aún más eficiente y segura esta investigación (lo cual es necesario, porque la bioética y la legislación probablemente evolucionan más lentamente que las tecnologías).

4.3.6. Relaciones:

--Biotecnología y arte:

En 2007, el artista Orlan creó una obra titulada Le Manteau Arlequin. Esta es una instalación que combina arte y biotecnología, creada con células vivas de Orlan, células de origen humano y animal. Esta obra está inspirada en el texto "Laïcité" de Michel Serres en el prefacio de su libro "Le Tiers Instruit". Michel Serres utiliza la figura del Arlequín como metáfora del cruce, la aceptación del otro, la conjunción, la intersección. Le Manteau d'Arlequin desarrolla y continúa explorando la idea del mestizaje querida por el artista utilizando el medio más carnal que es la piel. También cuestiona la relación entre la biotecnología y la cultura artística. Esta instalación ha sido presentada en Perth, Liverpool, Luxemburgo.

--Biotecnología y salud:

Las biotecnologías permiten que el sector salud avance aún más: órganos artificiales, terapia celular, desarrollo de biomedicamentos, vacunas, etc.

Los medicamentos derivados de la biotecnología incluyen, por un lado, medicamentos cuya producción proviene de organismos vivos o de sus componentes celulares (por ejemplo, insulina humana, hormona de crecimiento, factores antihemofílicos o anticuerpos), o medicamentos relacionados con la química sintética, pero cuyo diseño ha recurrido a la biotecnología, por ejemplo, a través de la identificación de una nueva diana celular.

--Biotecnología y la industria:

La biotecnología despegó mientras la economía estaba en declive. Las industrias emblemáticas del pasado ya no pueden contar con las ventajas competitivas que alguna vez fortalecieron al mundo, lo que ha resultado en la lenta descomposición del sector manufacturero. Por ello, es urgente avanzar en el camino del éxito en la industria biotecnológica, para que las expectativas levantadas no se vean defraudadas.

Los especialistas saben que la innovación en biotecnología y la búsqueda del éxito por parte de las bioempresas requieren una visión de largo plazo. Por ejemplo, transcurren en promedio doce años entre el primer trabajo de investigación para la creación de un nuevo fármaco y su venta, lo que representa un costo promedio de desarrollo de 750 millones de dólares. Sin embargo, solo tres de cada diez nuevos medicamentos son rentables. Por lo tanto, el gobierno debe lograr un cierto equilibrio entre sus objetivos políticos de corto plazo y sus proyectos económicos de largo plazo, para aliviar las tensiones generadas por promesas que no siempre son fáciles de cumplir.

También tienen muchas ventajas, por ejemplo:

Las propiedades de las bacterias se han utilizado desde los albores de la civilización, especialmente las relacionadas con la fermentación de alimentos.

Pero su uso masivo como sustituto o como soporte de la química abre nuevos horizontes.

En comparación con la química tradicional, las biotecnologías ofrecen varias ventajas:

- son mucho más eficientes energéticamente ya que no requieren terminación y utilizan materiales renovables,
- son mucho más precisos:

* regio-selectividad (las enzimas solo pueden intervenir en un solo alcohol de un azúcar a transformar),

* estereoselectividad (la implantación de productos biológicos puede ser sinestro o dextro, según demanda - lo que tiene ventajas en la producción de componentes asimétricos), directividad (las enzimas solo harán un único producto mientras que los químicos generarán más o menos residuos colaterales según el caso).

5. Resultados:

En este Apartado se muestran los resultados obtenidos en los diferentes estudios que se han realizado.

En primer lugar, se exponen los datos y gráficas provenientes de la forma aleatoria.

Posteriormente, se exponen los datos y gráficas provenientes de la forma real.

Ambos estudios se han realizado suponiendo los criterios reales y aleatorios.

Resultados de la forma aleatoria:

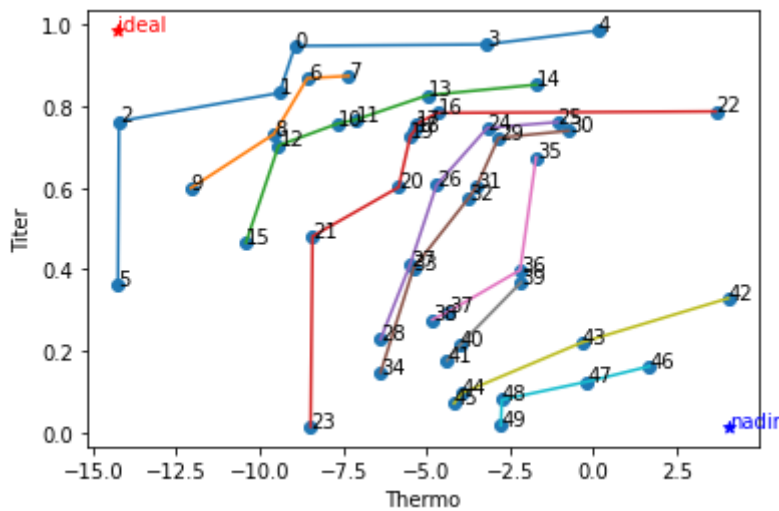
*Inicialice un ejemplo aleatorio para 50 vías y 2 puntuaciones:

	Thermo	Titer
0	-4.384557	0.177143
1	-9.429743	0.703700
2	-7.122776	0.766837
3	-9.404932	0.832297
4	-4.174882	0.072285
5	-9.565655	0.731854
6	-4.825489	0.277082
7	-3.946256	0.096979
8	-8.569897	0.868303
9	-5.299065	0.756290
10	-8.941227	0.947299
11	3.664853	0.786932
12	-5.837288	0.601409
13	-1.075788	0.760792

14	-7.335030	0.873807
15	-7.666360	0.756943
16	-3.502697	0.603718
17	-4.013447	0.214096
18	-4.340819	0.296627
19	-6.378869	0.228957
20	-5.390879	0.402958
21	-4.699870	0.606838
22	-4.683316	0.783260
23	-12.054774	0.599570
24	-2.197425	0.398558
25	4.033843	0.329346
26	-8.415920	0.481096
27	-2.844186	0.722682
28	-3.181790	0.746691
29	-8.473087	0.015045

30	-1.715654	0.852439
31	-5.487034	0.726484
32	-14.244884	0.364132
33	-4.966413	0.826686
34	-0.198104	0.125011
35	1.678719	0.162902
36	-0.757812	0.739339
37	-3.743892	0.574533
38	-0.349105	0.221150
39	-2.178761	0.367910
40	-2.775769	0.018360
41	-6.376214	0.147885
42	-10.410054	0.465952
43	-5.348492	0.740666
44	-14.212075	0.762875
45	-3.215391	0.951105
46	-5.489968	0.412649
47	-1.719738	0.674506
48	-2.743752	0.080883
49	0.144842	0.985002

*Mostrar la gráfica de las soluciones optimas:



*Inicialice un ejemplo aleatorio para 150 vías y 7 puntuaciones:

```
[ 0.          0.43667521  0.43146274  0.27239755 -0.03409581 -0.43876933  
 0.33232964]
```

*Mostrar la solución 138:

```
[-1.1040935  0.05304266 -0.90237241  0.4167188  0.32627269  1.4267649  
 -0.97769437]
```

*Las estadísticas de los criterios:

criterio 0

```
DescribeResult(nobs=150, minmax=(-2.5638090413379095, 2.5877547059243455),  
mean=-0.10758577006342149, variance=1.0751578847001557,  
skewness=0.015620629000565297, kurtosis=-0.226204667692528)
```

criterio 1

```
DescribeResult(nobs=150, minmax=(-2.53941470980508, 2.668365777877705),  
mean=0.11975435655638515, variance=1.0353442799278256, skewness=-  
0.009883627078046145, kurtosis=-0.4026881157289881)
```

criterio 2

```
DescribeResult(nobs=150, minmax=(-2.7417295469176364, 3.6884909596899758),  
mean=0.03575708669813346, variance=0.9616519138197289,  
skewness=0.22110241088892316, kurtosis=0.7985936578223969)
```

criterio 3

```
DescribeResult(nobs=150, minmax=(-1.9800801997419486, 2.730961688032542),  
mean=0.029355065519977436, variance=0.8217851357070302,  
skewness=0.34044618159656287, kurtosis=-0.10378456295489791)
```

criterio 4

```
DescribeResult(nobs=150, minmax=(-3.0409916137069604, 2.411518821856626),  
mean=-0.07051647529810282, variance=0.9778648216349703, skewness=-  
0.20393793884617992, kurtosis=0.37366985031775846)
```

criterio 5

DescribeResult(nobs=150, minmax=(-2.4514984660281303, 2.711376149151712), mean=-0.10218403775472358, variance=0.9845492862962135, skewness=0.30540136567195697, kurtosis=0.08228439915493269)

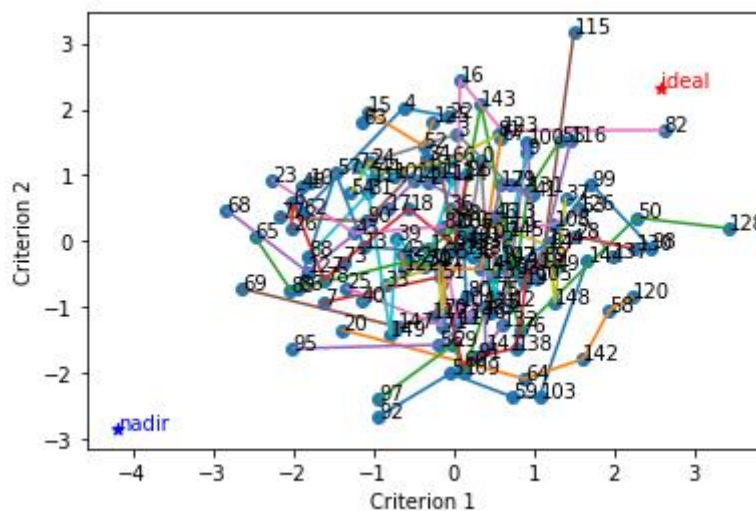
critério 6

DescribeResult(nobs=150, minmax=(-2.8482412110616075, 3.374923044861744), mean=-0.09297322643943283, variance=0.9165505406386499, skewness=-0.025898232399108687, kurtosis=0.9769071469657464)

*La clasificación de las soluciones:

array([108, 138, 9, 98, 85, 120, 15, 47, 18, 142, 27, 11, 42, 125, 81, 63, 143, 148, 20, 22, 23, 36, 109, 131, 74, 89, 106, 149, 66, 71, 55, 69, 115, 97, 0, 88, 99, 87, 70, 35, 132, 49, 25, 137, 54, 10, 75, 37, 76, 68, 77, 94, 45, 26, 65, 86, 95, 2, 121, 122, 38, 128, 112, 58, 31, 110, 134, 136, 104, 127, 135, 57, 129, 53, 101, 46, 3, 33, 14, 21, 5, 123, 16, 83, 41, 133, 29, 72, 130, 139, 43, 114, 50, 4, 52, 44, 80, 40, 19, 96, 28, 91, 24, 100, 59, 8, 105, 67, 90, 147, 7, 60, 113, 140, 39, 82, 92, 111, 144, 32, 107, 51, 78, 102, 12, 103, 64, 13, 118, 61, 79, 30, 146, 73, 124, 6, 117, 116, 56, 48, 141, 126, 34, 119, 145, 93, 62, 84, 1, 17])

*Mostrar la gráfica de las soluciones solo con dos criterios:



Resultados de la forma real:

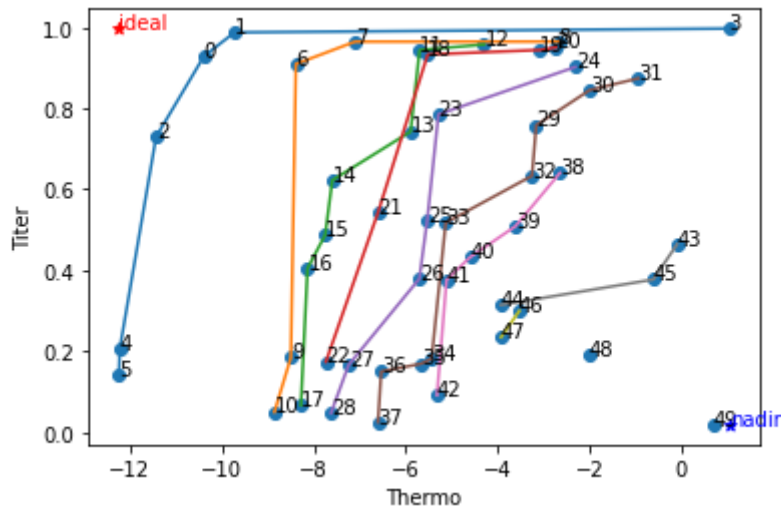
*Inicialice un ejemplo aleatorio para 50 vías y 2 puntuaciones:

	Thermo	Titer
0	-8.279945	0.066494
1	-6.601993	0.024959
2	-2.307422	0.902321
3	-2.004074	0.191201
4	-1.990041	0.845485
5	-5.703018	0.379087
6	0.685699	0.018892
7	-3.924848	0.314631
8	-3.524865	0.300040
9	-7.626149	0.047315
10	-8.499243	0.184367
11	-5.696306	0.944148
12	-3.080553	0.944292
13	-3.610432	0.508884

14	-7.735954	0.174041
15	-0.610440	0.377307
16	-9.724224	0.987688
17	-3.158163	0.758316
18	-6.532240	0.150106
19	-5.127832	0.517630
20	-2.671312	0.965026
21	-5.435428	0.181560
22	-0.935638	0.874180
23	-7.102772	0.964796
24	-6.599807	0.543490
25	-12.242126	0.141484
26	-5.317977	0.091953
27	-10.389449	0.929048
28	-8.389120	0.909580
29	-12.222453	0.206588

29	-12.222453	0.206588
30	-5.666913	0.169226
31	-5.892288	0.742767
32	-8.135493	0.405224
33	-5.530733	0.523394
34	-3.923563	0.235002
35	-7.240316	0.166590
36	-0.091194	0.464300
37	-4.595638	0.432598
38	-2.728195	0.950764
39	-11.431708	0.730083
40	-3.249721	0.633527
41	-7.751298	0.487427
42	-5.519832	0.933053
43	1.039962	0.997165
44	-4.291736	0.957752
45	-5.286144	0.785151
46	-7.596407	0.622564
47	-5.109544	0.376430
48	-8.857222	0.049988
49	-2.642204	0.640502

***Mostrar la gráfica de las soluciones óptimas:**



***Leer el archivo de los criterios:**

	Criterio0: Temperatura	Criterio1: Número de doses	Criterio2: Duración	Criterio3: Edad	Criterio4: Humedad	Criterio5: Presión	Criterio6: Punto de rociór
0	16.0	1.0	1.0	1.0	0.0	1.03	7.0
1	16.0	2.0	2.0	2.0	0.0	1.03	4.0
2	16.0	3.0	3.0	3.0	0.0	1.04	2.0
3	15.0	4.0	4.0	4.0	0.0	1.03	5.0
4	14.0	5.0	5.0	5.0	0.0	1.03	4.0
...
145	33.0	146.0	146.0	146.0	29.0	1.02	21.0
146	33.0	147.0	147.0	147.0	31.0	1.02	19.0
147	31.0	148.0	148.0	148.0	33.0	1.02	19.0
148	31.0	149.0	149.0	149.0	34.0	1.02	16.0
149	34.0	150.0	150.0	150.0	36.0	1.02	20.0

150 rows x 7 columns

***Mostrar la solución 0:**

[16. 1. 1. 1. 0. 1.03 7.]

***Las estadísticas de los criterios:**

criterio 0

DescribeResult(nobs=150, minmax=(11.0, 35.0), mean=21.133333333333333, variance=36.290827740492176, skewness=0.4281618160317024, kurtosis=-0.851952066081759)

criterio 1

DescribeResult(nobs=150, minmax=(1.0, 150.0), mean=75.5, variance=1887.5, skewness=0.0, kurtosis=-1.200106671407618)

criterio 2

DescribeResult(nobs=150, minmax=(1.0, 150.0), mean=75.5, variance=1887.5, skewness=0.0, kurtosis=-1.200106671407618)

criterio 3

DescribeResult(nobs=150, minmax=(1.0, 150.0), mean=75.5, variance=1887.5, skewness=0.0, kurtosis=-1.200106671407618)

critério 4

DescribeResult(nobs=150, minmax=(0.0, 36.0), mean=3.1466666666666665, variance=59.32062639821029, skewness=2.7317857269320003, kurtosis=6.668185666146297)

critério 5

DescribeResult(nobs=150, minmax=(1.01, 1.04), mean=1.0223333333333333, variance=4.08277404921701e-05, skewness=-0.09005759544827631, kurtosis=-0.40834678176019557)

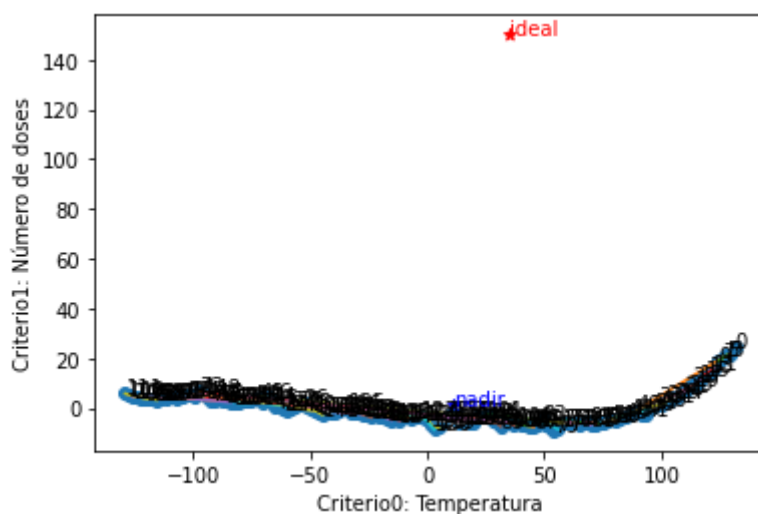
critério 6

DescribeResult(nobs=150, minmax=(-1.0, 21.0), mean=11.406666666666666, variance=20.64559284116331, skewness=-0.048672427837913736, kurtosis=-0.10689878900924077)

*La clasificación de las soluciones:

array([[149, 125, 2, 148, 104, 147, 72, 146, 71, 145, 67, 144, 66, 143, 64, 142, 63, 141, 62, 140, 46, 137, 139, 45, 136, 138, 44, 133, 135, 43, 132, 134, 42, 131, 41, 130, 39, 127, 129, 38, 126, 128, 37, 124, 36, 123, 35, 122, 33, 121, 32, 120, 31, 119, 29, 118, 28, 117, 27, 116, 26, 115, 25, 114, 24, 113, 23, 112, 22, 111, 21, 110, 18, 109, 17, 108, 15, 107, 14, 106, 13, 105, 12, 103, 11, 102, 10, 101, 9, 93, 8, 100, 92, 7, 99, 91, 6, 98, 90, 5, 97, 89, 4, 96, 88, 3, 95, 86, 1, 94, 85, 0, 87, 84, 83, 82, 81, 80, 79, 78, 77, 76, 73, 75, 70, 74, 69, 68, 65, 61, 60, 59, 58, 57, 56, 55, 54, 53, 52, 51, 50, 49, 48, 47, 40, 34, 30, 20, 19, 16])

*Mostrar la gráfica de las soluciones solo con dos criterios:



*Mostrar la solución 10:

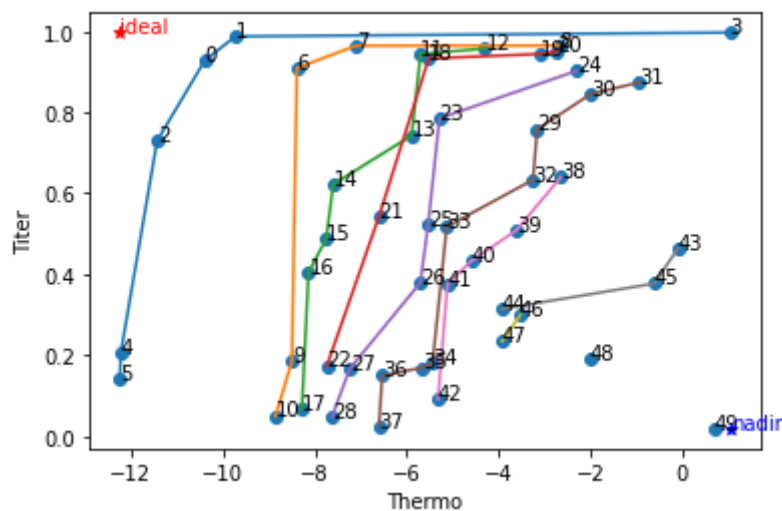
array([14. , 11. , 11. , 11. , 0. , 1.03, 9.])

Discusión de los resultados:

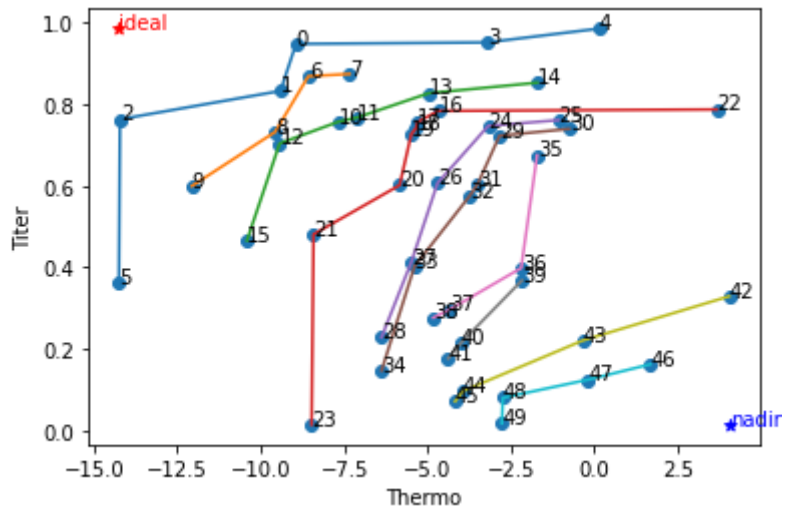
Esta sección está dedicada al análisis, la comprobación y la discusión de los resultados, que se han mostrado en el Apartado 5, así como de la metodología empleada a lo largo de todo el estudio.

Durante todo el trabajo siempre tenemos dos resultados diferentes en cada parte y eso a causa de las dos formas (la forma aleatoria y la real), la verdad el camino de trabajo en las dos es igual, la diferencia solo en algunos detalles.

Los resultados de la forma real son más lógicos que la aleatoria, aunque es difícil para saber esta información, porque muchos resultados son un poco parecidos.

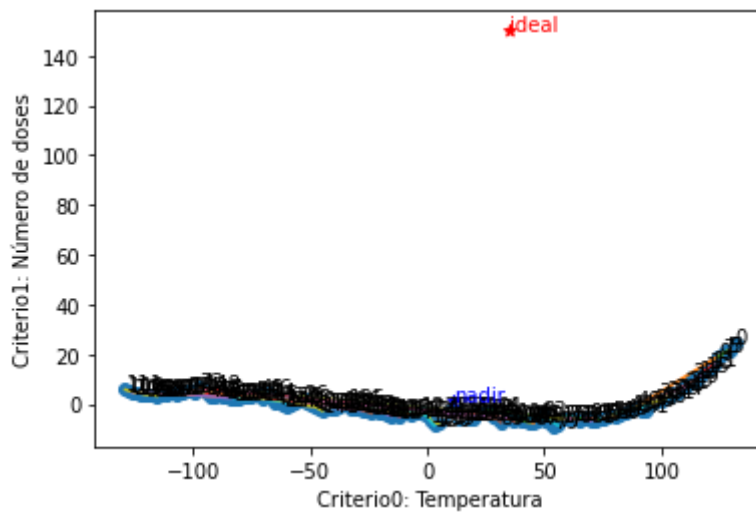


*soluciones optimas de la forma real

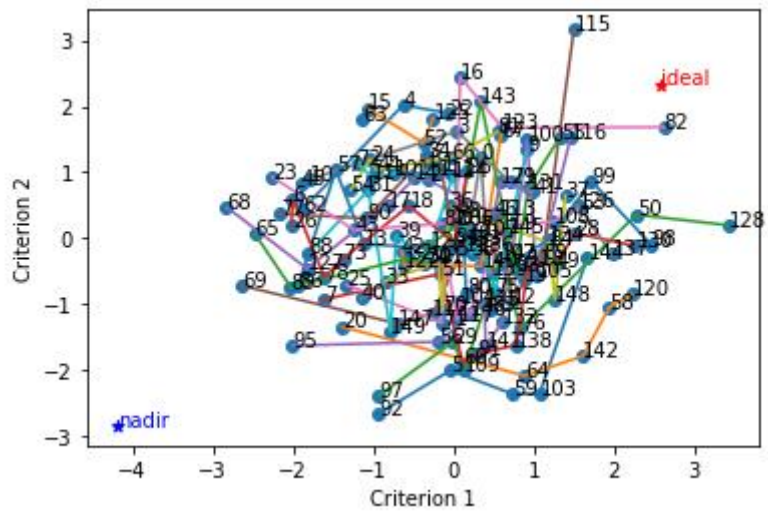


*soluciones optimas de la forma aleatoria

Para poner las soluciones en una grafica con dos criterios se ven mejor la verdad en la forma aleatoria, no se saben por qué, pero así son los resultados, también no se puede decir una decisión final porque seguro con más valores el sistema funciona mejor, se refieren a los valores de todo el año. Además, se ve una gran diferencia en las estadísticas porque los criterios son diferentes (unos reales y otros aleatorios). A veces, se quieren mostrar algunas soluciones para hacer algunas comprobaciones y entender la diferencia.



*La forma real



*La forma aleatoria

6. Conclusiones:

Este apartado está dedicado a recoger y comentar los aspectos a destacar de los resultados del proyecto. Por último, se añadirá una serie de propuestas que podrían incluirse en un desarrollo futuro de este estudio.

6.1. Conclusiones

Tras realizar el estudio descrito y analizar los resultados proporcionados por el mismo, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

*Los valores aleatorios dan un resultado un poco más claro que los reales cuando se grafican las soluciones en dos criterios.

*La forma real con muchos valores da resultados lógicos y mejores.

*Es fácil programar el programa con forma aleatoria.

*Cada solución tiene siete dimensiones.

*El programa funciona automáticamente y detecta la cantidad de criterios y soluciones, también grafica las soluciones y busca las óptimas.

*Para visualizar los criterios hay que calcular los componentes principales.

*No es fácil aplicar el programa con cualquier producto.

*Los criterios son muy importantes en el trabajo, porque tienen un gran valor en el trabajo y no se podría elegirlos con manera aleatoria, además si no tienen relación directa con el producto a lo mejor no utilizarlos.

*Cuando tenemos valores muy pequeños el sistema funciona mejor que los valores grandes porque afectan mucho.

*Siempre en los dos casos se sale solo una solución que no está dominada, significa que no encontramos dos iguales, por ejemplo.

*La optimización de paretos es algo muy importante en la industria porque facilita mucho los trabajos industriales.

6.2. Trabajo futuro

Una vez que se han enumerado las conclusiones de este Trabajo Fin de Máster, se propone una serie de ideas que podrían ser útiles de cara a ampliar y mejorar el presente estudio.

*En una ampliación a este proyecto, podrían incluirse más criterios (de todo el año, por ejemplo).

*En este trabajo se han considerado únicamente solo dos componentes principales. En un futuro podrían incluirse más componentes y un modelado de producción más complejo donde tendremos un conjunto de soluciones no dominadas mas grande.

*Se podrían mejorar la optimización para mostrar la priorización de los criterios mejor.

*Se podrían trabajar con otros criterios que son más fáciles que los tenemos si existen.

*se podrían elegir otro producto que tiene valores pequeños, porque ayudan a tener resultados más claros.

*La biotecnología es un tema muy amplio, se podrían trabajar con muchos temas que tienen relación con ella, por ejemplo, la alimentación porque es un tema muy importante en nuestra vida tras de exportar a las nuevas epidemias que afectan de manera directa a los tipos de alimentaciones de la persona normal.

7. Código numérico

La función rank.py:

```
import
numpy
as np

def dominate( A,B,obj='min'):
    """ Check if A dominates B """
    if obj == 'max':
        return np.all( np.greater_equal(A,B) ) & np.any( np.greater(A,B) )
    else:
        return np.all( np.less_equal(A,B) ) & np.any( np.less(A,B) )

def ideal( par,obj='min' ):
    """ Get ideal objective vector in the Pareto front """
    if obj == 'max':
        return np.max( par, axis=0 )
    else:
        return np.min( par, axis=0 )

def nadir( X,obj='min' ):
    if obj == 'max':
        return np.min( X,axis=0 )
    else:
        return np.max( X,axis=0 )

def normalize( X, ide, nad ):
    return (X-ide)/(nad-ide)

def regularization(X):
    Pa = Pareto(X)
    ide = ideal(Pa[0])
    nad = nadir(X)
    Xn = normalize( X,ide,nad )
    return Xn

def Pareto(M):
    """ Calculate the set of non-dominated solution """
    # Kept first solution
    Pp = set( [0] )
    # For each other solution
```

```

for i in np.arange(1,M.shape[0]):
    # Compare with all members of Pp
    nondom = True
    for j in list(Pp):
        dom = dominate( M[i,], M[j,] )
        # If i dominates j, remove j
        if dom:
            Pp.remove(j)
        # Check if j dominates i
        dom = dominate( M[j,], M[i,] )
        if dom:
            nondom = False
            break
    # If no j dominates i, add i
    if nondom:
        Pp.add(i)
ix = sorted(list(Pp))
return M[ix,:], ix

def fronts(M):
    """ Compute the Pareto fronts """
    fr = []
    ix = []
    fix = np.arange(0,M.shape[0])
    ix = np.arange(0,M.shape[0])
    X = M
    while len(ix) > 0:
        PA, pix = Pareto(X)
        fr.append( PA )
        ix.append( fix[pix] )
        ix = list( set(np.arange(0,X.shape[0])) - set(pix) )
        fix = fix[ix]
        X = X[ix,:]
    return fr, ix

def dist( M,x=0,p=2,pref=None ):
    if pref is not None:
        return np.power( np.sum( ((M-x)**p)*pref, axis=1), 1/p )
    else:
        return np.power( np.sum( (M-x)**p, axis=1), 1/p )

def rank(M,pref=None):
    """ Rank solutions:
    - By Pareto front subpopulation
    - Distance to ideal vector

```

```

"""
distance = dist(M,pref=np.abs(pref))
fr, fix = fronts(M)
strata = np.zeros(shape=len(distance),dtype=int)
for i in np.arange(0,len(fix)):
    for j in fix[i]:
        strata[j] = i
cols = np.array(list(zip(strata,distance)),dtype=[('x',float),('y',float)])
ranking = np.argsort( cols,axis=0 )
return ranking

# In [ ]:

def init(n=50,m=8):
    """ Random init of criteria matrix:
        n = number of solutions (pathways);
        m = number of criteria """

    X = np.random.normal( size=(n,m) )
    return X

def norm(X):
    mn = np.min( X, axis=0 )
    mx = np.max( X, axis=0 )
    return (X-mn)/(mx-mn)

def sanitize(X,pref):
    """ Ignore constant and zero-pref columns
    and convert all objectives to minimization"""
    mask = np.sign( np.negative( pref ) )
    M = np.array(X)*mask
    ix = np.where( np.max(M,axis=0) - np.min(M,axis=0) > 0)[0]
    M = M[:,ix]
    pref = np.array(pref)[ix]
    return M, pref

def rankPaths(X,pref):
    """ Rank pathways
        - X : decision matrix;
        - pref : preference weights (sign>1 for maximize, sign<1 for minimize)
    """

    # Set minimization for all objectives
    X, pref = sanitize(X,pref)
    # Regularize in [0,1]
    Xn = regularization(X)

```



```

# Rank pathways
ranking = rank(Xn,pref)
return ranking

# In[]:

def example():
    n = 150
    m = 8
    pref = np.random.uniform(low=-1,high=1,size=m)
    pref[0] = 0
    pref = pref/sum(pref)
    X = init( n,m )
    ranking = rankPaths(X,pref)
    return(ranking)

# In[]:
""" Example visualization for a 2-D case """

import matplotlib.pyplot as plt
from sklearn.decomposition import PCA

def plotRanking(Xn, pref, ranking):
    """ Plots the Pareto fronts and the ranking.
    PCA dimensionality reduction is used if d > 2 """
    X = np.array(Xn)
    minpref = np.negative( pref )
    mask = np.sign( minpref )
    Fr,fix = fronts(X*mask)
    if X.shape[1] > 2:
        pca = PCA(n_components=2)
        pca.fit(X)
        Xp = pca.transform(X)
    else:
        Xp = X
    plt.clf()
    plt.scatter(Xp[:,0],Xp[:,1])
    for i in np.arange(0,len(fix)):
        ix1 = np.argsort( Xp[fix[i],0] )
        plt.plot(Xp[fix[i][ix1],0],Xp[fix[i][ix1],1])
    for i in np.arange(0,len(ranking)):
        j = ranking[i]
        plt.text(Xp[j,0],Xp[j,1],str(i))
    try:
        plt.xlabel(Xn.columns[0])

```

```

plt.ylabel(Xn.columns[1])
except:
plt.xlabel('Criterion 1')
plt.ylabel('Criterion 2')
mask = np.sign(np.negative(pref))
ide = ideal(X*mask)*mask
nad = nadir(X*mask)*mask
plt.scatter(ide[0],ide[1],c='red',marker='*')
plt.text(ide[0],ide[1],'ideal',color='red')
plt.scatter(nad[0],nad[1],c='blue',marker='*')
plt.text(nad[0],nad[1],'nadir',color='blue')
plt.plot()

#def example2d():
if __name__ == '__main__':
n = 50
titer = np.random.uniform(size=50)
thermo = np.random.normal(-5,4,size=50)
X = pd.DataFrame({'Thermo':thermo,'Titer':titer})
pref = [-0.2,0.5]
ranking = rankPaths(X,pref)
plotRanking(X, pref, ranking)

# In[]:

```

Código de la forma aleatoria:

```
import numpy as np
import pandas as pd
%matplotlib inline
from rank import rankPaths, plotRanking

#Initialize a random example for 50 pathways and 2 scores

n = 50
titer = np.random.uniform(size=50)
thermo = np.random.normal(-5,4,size=50)
X = pd.DataFrame({'Thermo':thermo,'Titer':titer})
# In the example, titers are given higher preference than thermodynamics feasibility
pref = [-0.25,0.75 ]
X

# Rank the pathways
ranking = rankPaths(X,pref)

# Visualize
plotRanking(X, pref, ranking)

import numpy as np
import pandas as pd
from rank import rankPaths,init

#Initialize a random example for 150 pathways and 8 scores
n = 150
m = 7
X = init( n,m )
# Set preference weight > 0 to maximize or < 0 to minimize
pref = np.random.uniform(low=-1,high=1,size=m)
# Some objectives can be set to zero (no preference)
pref[0] = 0
pref = pref/sum(pref)
print(pref)
matrix=pd.DataFrame(X, columns=['Criterion '+str(i) for i in np.arange(m)]).head()

print (X [138])
```

```
import scipy as sp

for i in range(7):
    criterio_to_analyze=X[:,i]
    print("criterio",i)
    print(sp.stats.describe(criterio_to_analyze))

# Rank the pathways
ranking = rankPaths(X,pref)
ranking

pref = np.array([1,1,0,0,0,0,0])
plotRanking(X, pref, ranking)
```

Código de la forma real:

```
import numpy as np
import pandas as pd
%matplotlib inline
from rank import rankPaths, plotRanking

#Initialize a random example for 50 pathways and 2 scores

n = 50
titer = np.random.uniform(size=50)
thermo = np.random.normal(-5,4,size=50)
X = pd.DataFrame({'Thermo':thermo,'Titer':titer})
# In the example, titers are given higher preference than thermodynamics feasibility
pref = [-0.25,0.75 ]
X

# Rank the pathways
ranking = rankPaths(X,pref)

# Visualize
plotRanking(X, pref, ranking)

import numpy as np
import pandas as pd
#from rank import rankPaths,init

#Initialize a random example for 150 pathways and 8 scores
#n = 150
#m = 7
#X = init( n,m )
# Set preference weight > 0 to maximize or < 0 to minimize
#pref = np.round(np.random.uniform(low=0,high=1,size=m))
# Some objectives can be set to zero (no preference)
#pref[0] = 0
#pref = pref/sum(pref)
#si el vector es fijo -> pref = [0. 0. 1. 1. 1. 1. 0.]
#print(pref)
#matrix=pd.DataFrame(X, columns=['Criterion '+str(i) for i in np.arange(m)]).head()

def leer_criterios(path):
    return pd.read_csv(path,lineterminator='\n',delimiter=";")
```

```
m=7
X = leer_criterios("criterios.csv")
pref = np.round(np.random.uniform(low=0,high=1,size=m))
matrix=pd.DataFrame(X, columns=['Criterion '+str(i) for i in np.arange(m)]).head()
```

```
import numpy as np
x = np.array(X)
x = x.astype(float)
```

```
print(x[0])
```

```
import scipy as sp
for i in range(7):
    criterio_to_analyze=x[:,i]
    print("criterio",i)
    print(sp.stats.describe(criterio_to_analyze))
```

```
# Rank the pathways
ranking = rankPaths(X,pref)
ranking
```

```
pref = np.array([1,1,0,0,0,0,0])
import numpy as np
plotRanking(X, pref, ranking)
```

```
X.shape
x[10]
```


8. Anexes

Los criterios:

Criterio0: Temperatura	Criterio1: Número de dosis	Criterio2: Duración	Criterio3: Edad	Criterio4: Humedad	Criterio5: Presión	Criterio6: Punto de rocío
16	1	1	1	0	1,032	7
16	2	2	2	0	1,033	4
16	3	3	3	0	1,035	2
15	4	4	4	0	1,033	5
14	5	5	5	0	1,033	4
14	6	6	6	0	1,03	4
14	7	7	7	0	1,029	6
13	8	8	8	0	1,032	6
12	9	9	9	0	1,029	8
13	10	10	10	0	1,031	8
14	11	11	11	0	1,033	9
16	12	12	12	0	1,032	7
18	13	13	13	0	1,031	5
19	14	14	14	0	1,032	1
19	15	15	15	0	1,034	3
22	16	16	16	0	1,032	6
23	17	17	17	0	1,024	5
21	18	18	18	0	1,027	6
25	19	19	19	0	1,027	11

23	20	20	20	0	1,024	12
18	21	21	21	0	1,023	12
16	22	22	22	0	1,027	11
17	23	23	23	0	1,029	10
18	24	24	24	0	1,03	9
17	25	25	25	0	1,033	10
17	26	26	26	0	1,033	8
17	27	27	27	0	1,03	8
17	28	28	28	0	1,027	6
17	29	29	29	0	1,027	10
19	30	30	30	0	1,025	9
20	31	31	31	0	1,022	8
24	32	32	32	0	1,026	0
24	33	33	33	0	1,026	4
26	34	34	34	0	1,025	8
18	35	35	35	0	1,022	11
25	36	36	36	0	1,026	11
21	37	37	37	0	1,03	10
17	38	38	38	0	1,028	6
18	39	39	39	0	1,028	9
14	40	40	40	0	1,027	10
13	41	41	41	0	1,024	11
15	42	42	42	0	1,026	11
18	43	43	43	0	1,025	11
21	44	44	44	0	1,025	8
24	45	45	45	0	1,028	9
19	46	46	46	0	1,027	9
17	47	47	47	0	1,026	10
15	48	48	48	0	1,021	11
13	49	49	49	0	1,017	11
12	50	50	50	0	1,017	9
17	51	51	51	0	1,016	9
16	52	52	52	0	1,018	9
17	53	53	53	0	1,021	8
18	54	54	54	0	1,023	10
21	55	55	55	0	1,023	10
21	56	56	56	0	1,02	12
16	57	57	57	0	1,015	12
17	58	58	58	0	1,018	11
16	59	59	59	0	1,018	12

15	60	60	60	0	1,021	12
16	61	61	61	0	1,021	11
13	62	62	62	0	1,023	11
16	63	63	63	0	1,026	11
15	64	64	64	0	1,026	12
15	65	65	65	0	1,026	13
13	66	66	66	0	1,024	13
12	67	67	67	0	1,026	12
14	68	68	68	0	1,026	10
13	69	69	69	0	1,023	11
17	70	70	70	0	1,022	11
17	71	71	71	0	1,022	10
17	72	72	72	0	1,027	9
18	73	73	73	0	1,027	12
20	74	74	74	0	1,019	12
17	75	75	75	0	1,006	12
17	76	76	76	0	1,005	12
13	77	77	77	0	1,016	5
11	78	78	78	0	1,017	-1
12	79	79	79	0	1,017	3

20	80	80	80	0	1,017	5
26	81	81	81	0	1,017	6
26	82	82	82	0	1,016	6
26	83	83	83	0	1,018	8
17	84	84	84	0	1,017	7
18	85	85	85	0	1,019	11
16	86	86	86	0	1,02	12
17	87	87	87	0	1,017	12
23	88	88	88	0	1,013	13
25	89	89	89	0	1,015	13
28	90	90	90	0	1,02	12
25	91	91	91	0	1,021	11
22	92	92	92	0	1,021	12
19	93	93	93	0	1,018	12
15	94	94	94	0	1,017	14
20	95	95	95	0	1,014	14
21	96	96	96	0	1,008	12
20	97	97	97	0	1,006	10
25	98	98	98	0	1,005	10
21	99	99	99	0	1,008	10

21	100	100	100	0	1,012	9
19	101	101	101	0	1,014	13
19	102	102	102	0	1,016	12
22	103	103	103	0	1,019	14
27	104	104	104	0	1,024	14
23	105	105	105	0	1,025	13
21	106	106	106	0	1,024	14
16	107	107	107	0	1,019	14
18	108	108	108	0	1,016	14
23	109	109	109	1	1,015	14
24	110	110	110	1	1,019	13
25	111	111	111	1	1,022	12
25	112	112	112	1	1,022	12
24	113	113	113	1	1,021	12
26	114	114	114	1	1,021	13
26	115	115	115	1	1,024	16
24	116	116	116	1	1,024	13
25	117	117	117	1	1,022	14
26	118	118	118	1	1,022	14
28	119	119	119	1	1,022	15

29	120	120	120	1	1,022	14
29	121	121	121	2	1,018	17
27	122	122	122	2	1,02	17
28	123	123	123	3	1,02	16
29	124	124	124	3	1,019	19
31	125	125	125	3	1,024	19
33	126	126	126	4	1,025	17
34	127	127	127	5	1,024	16
26	128	128	128	6	1,018	19
23	129	129	129	7	1,009	19
28	130	130	130	8	1,013	18
29	131	131	131	9	1,022	14
33	132	132	132	10	1,023	14
28	133	133	133	11	1,022	15
32	134	134	134	12	1,019	14
27	135	135	135	13	1,009	18
28	136	136	136	14	1,011	18
27	137	137	137	15	1,015	18
30	138	138	138	16	1,016	19
28	139	139	139	18	1,014	19
35	140	140	140	19	1,014	20
29	141	141	141	20	1,015	19
29	142	142	142	22	1,019	19
33	143	143	143	23	1,019	20
31	144	144	144	25	1,018	20
30	145	145	145	27	1,016	20
33	146	146	146	29	1,019	21
33	147	147	147	31	1,02	19
31	148	148	148	33	1,02	19
31	149	149	149	34	1,022	16
34	150	150	150	36	1,02	20

9. Referencias

la bioinformática:

La bioinformática, o bioinformática, es un campo multidisciplinar de investigación biotecnológica en el que trabajan conjuntamente biólogos, médicos, informáticos, matemáticos, físicos y bioinformáticos, con el objetivo de resolver un problema científico planteado por la biología. En términos más generales, la bioinformática es la aplicación de la estadística y la informática a la ciencia biológica. El especialista que trabaja a medio camino entre estas ciencias y la informática se denomina bioinformático o bionauta.

La taxonomía:

La taxonomía o taxonomía es una rama de las ciencias naturales que tiene como objetivo estudiar la diversidad del mundo vivo. Esta actividad consiste en describir y circunscribir los organismos vivos en términos de especies y organizarlos en categorías jerárquicas llamadas taxones.

Botánica:

significado: relativo a hierbas o plantas.

Ecología:

La ecología o ecología científica es una ciencia que estudia las interacciones de los seres vivos entre sí y con su entorno.

Toxicología:

La toxicología es una disciplina científica que estudia los efectos nocivos de una fuente: molécula, radiación, nanomateriales, etc. — sobre organismos o sistemas biológicos.

Ecotoxicología:

La ecotoxicología es una disciplina científica reciente ubicada en la interfaz entre la ecología y la toxicología, nacida del reconocimiento del hecho de que un número cada vez mayor de toxinas (contaminantes) han contaminado y continúan contaminando toda o parte de la biosfera y algunos interactúan entre sí. y con los vivos.

Krach:

Un krach es una caída repentina en el precio de una clase de activo, como un mercado financiero, luego de una afluencia masiva de órdenes de venta. A veces se produce un desplome después del estallido de una burbuja especulativa, como el desplome de la bolsa de valores de 2001-2002 después del de la burbuja de Internet. La historia de las bolsas de valores está salpicada de desplomes.

Un mineral:

Un mineral (del latín minera, mina) es una roca que contiene minerales útiles en proporciones suficientemente interesantes para justificar su explotación y que requiere transformación para ser utilizada por la industria.

La OCDE:

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

PIB:

El producto interior bruto (PIB) es el indicador económico que permite cuantificar el valor total de la “producción de riqueza” anual realizada por los agentes económicos (hogares, empresas, administraciones públicas) residentes en un territorio.

séptimo programa marco:

El Séptimo Programa Marco (abreviado como FP7) fue el programa marco para 2007-2013 de la Unión Europea, para la investigación y el desarrollo tecnológico. Fue gestionado por la Comisión Europea. Continúa hoy el programa 2014-2020 denominado Horizonte 2020.

EuropaBio:

EuropaBio es una asociación europea que representa los intereses de la industria biotecnológica. Reúne a los actores económicos de los tres principales sectores de actividad de la biotecnología: agricultura, salud e industria.

La AFBV:

La Asociación Francesa de Biotecnología Vegetal (AFBV) es una ONG regida por la ley de 1901 sobre asociaciones y un lobby. Indica que tiene como objetivo el desarrollo de una agricultura sostenible, en particular a través de la biotecnología vegetal.

Un fourrage :

Un fourrage est, dans le domaine de l'agriculture, une plante ou un mélange de plantes utilisé pour l'alimentation des animaux d'élevage.

OGM:

Un organisme génétiquement modificado o GMO (en inglés, Genetically added agency o GMO) es un organismo vivo cuyo patrimonio genético ha sido modificado por la intervención humana. Según las definiciones europeas, estas modificaciones deben ser el resultado de la ingeniería genética.

10. Bibliografía

[Tiempo mensual en Valencia, Comunidad Valenciana, España | AccuWeather](#)

[El tiempo histórico en Valencia en 15 de junio de 2022 \(España\) - Weather Spark](#)

[Humedad/Visibilidad Valencia - estado actual - woespana](#)

<https://es.weatherspark.com/d/42614/1/26/Tiempo-promedio-el-26-de-enero-en-Valencia-Espa%C3%B1a#Figures-Humidity>

<https://www.madrimasd.org/blogs/microbiologia/2008/05/15/91941>