



ZARAGOZA



Francisco Martos Barrachina
Dr. Laura Delgado Antequera
Dr. Mónica Hernández Huelin
Dr. Rafael Caballero Fernández



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

| uma.es

El Problema del Menú Un Enfoque Multiobjetivo

Índice

1. Introducción al Problema

2. Nuestra aproximación

3. Problemas y Soluciones

4. Metodología y Resultados

5. Trabajo futuro

1. Introducción - Variables Dieta

Variable - Item	Amount per Day (g)
X1 -Huevo	2,31568
X2 - Leche Semi	6,11526
X3 - Lata de Atún	11,25869
X4 - Jamón York	1,31005
...	...
X108- Lechuga	31,26871
X109 -Cacahuetes	17,11577
X110 - Sandía	51,35879
X I - Ingrediente 'I'	221,59571

Tenemos I ingredientes que son nuestras variables de decisión y que están expresados en términos continuos.
 $X_{108} = 31,26871$ g.

1. Introducción - Dieta vs Menú

- ▶ Problema de la Dieta **(DP)**
 - ▶ Alimentos Crudos
 - ▶ Por gramo
 - ▶ Alimentación del Ganado
- ▶ Problema del Menú **(MPP)**
 - ▶ Alimentos estructurados en recetas
 - ▶ Recetas estructuradas en un menú
 - ▶ Alimentación de personas
- ▶ Resolvemos el MPP

1. Introducción - Variables Menú

Toma \ Día	Día 1	Día 2	...	Día D
1 - Bebida Des	x1			
2 - Princ. Des.				
3 - Fruta Des.				
4 - Beb. Alm.				
5 - Prim. Alm.		X36		
...				
K -Toma K				XP

Plato _d,k	Toma / No toma
X1_1,1	1
...	
X35_2,5	0
X36_2,5	1
...	
XP_D,K	1

En este caso, tenemos P platos, que se estructuran en un menú con D días y K tomas, por lo que tenemos $P \cdot D \cdot K$ variables binarias $X_{p_d,k}$ que toman el valor 1 si el plato X se consume en el día d y en la toma k y 0 en caso contrario.

1. Introducción

Uso del Problema

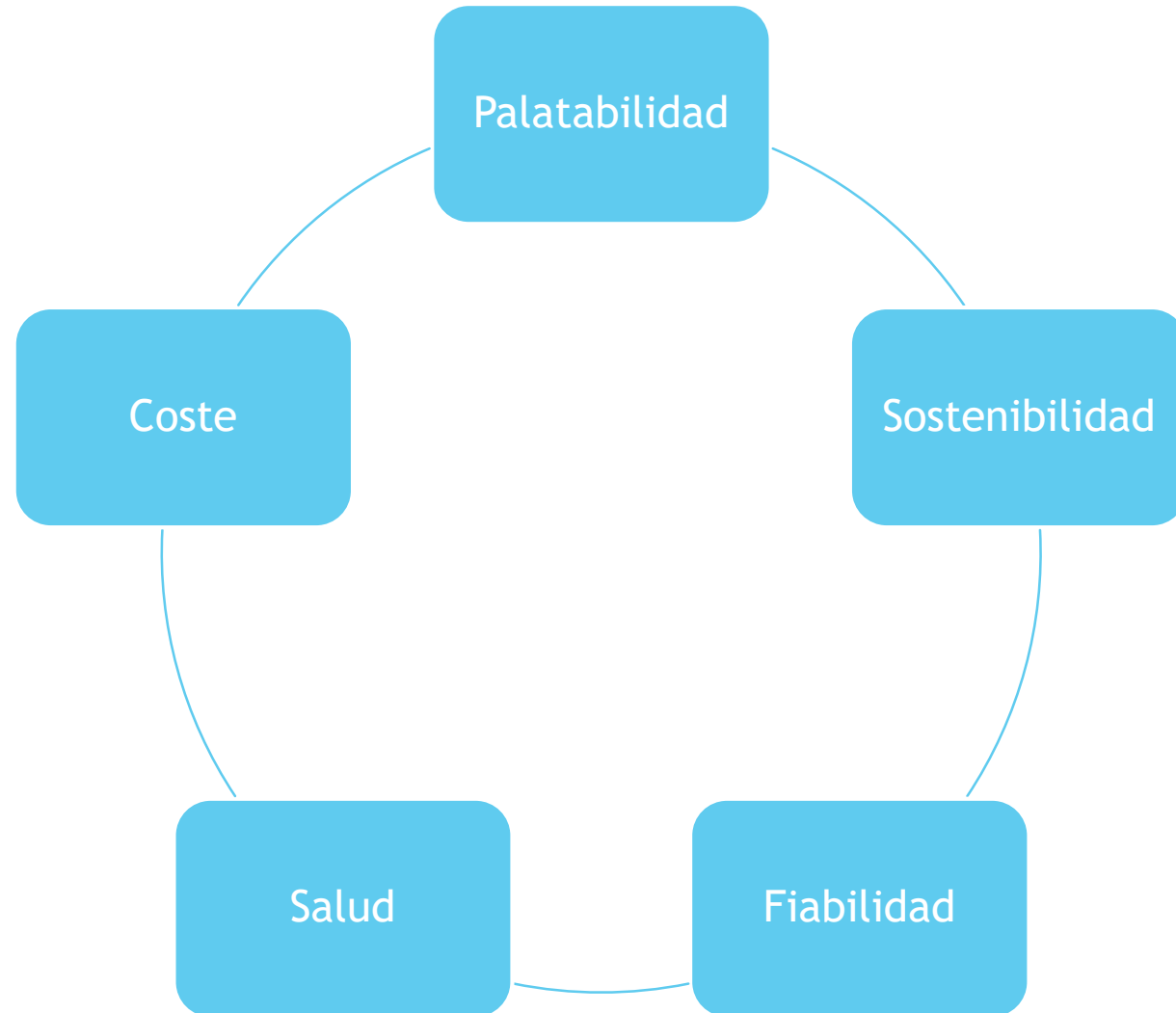
- ▶ Institucional
 - ▶ Prisiones,
 - ▶ Hospitales,
 - ▶ Residencias de Estudiantes,
 - ▶ Residencias de Ancianos
- ▶ Profesional
 - ▶ Nutricionistas (Decision Support System)
- ▶ Individual
- ▶ Público
 - ▶ Recomendaciones

1. Introducción - Un Problema Multiobjetivo

- ▶ Problema de Optimización
- ▶ Problema Multicriterio (SHARP)
 - ▶ Nutrición (H)
 - ▶ Presupuesto (A)
 - ▶ Sostenibilidad (S)
 - ▶ Estabilidad (R)
 - ▶ Aceptable (P)
- ▶ Problema Flexible
 - ▶ Adaptable a cada persona
 - ▶ Adaptable a cada estación del año o lugar geográfico

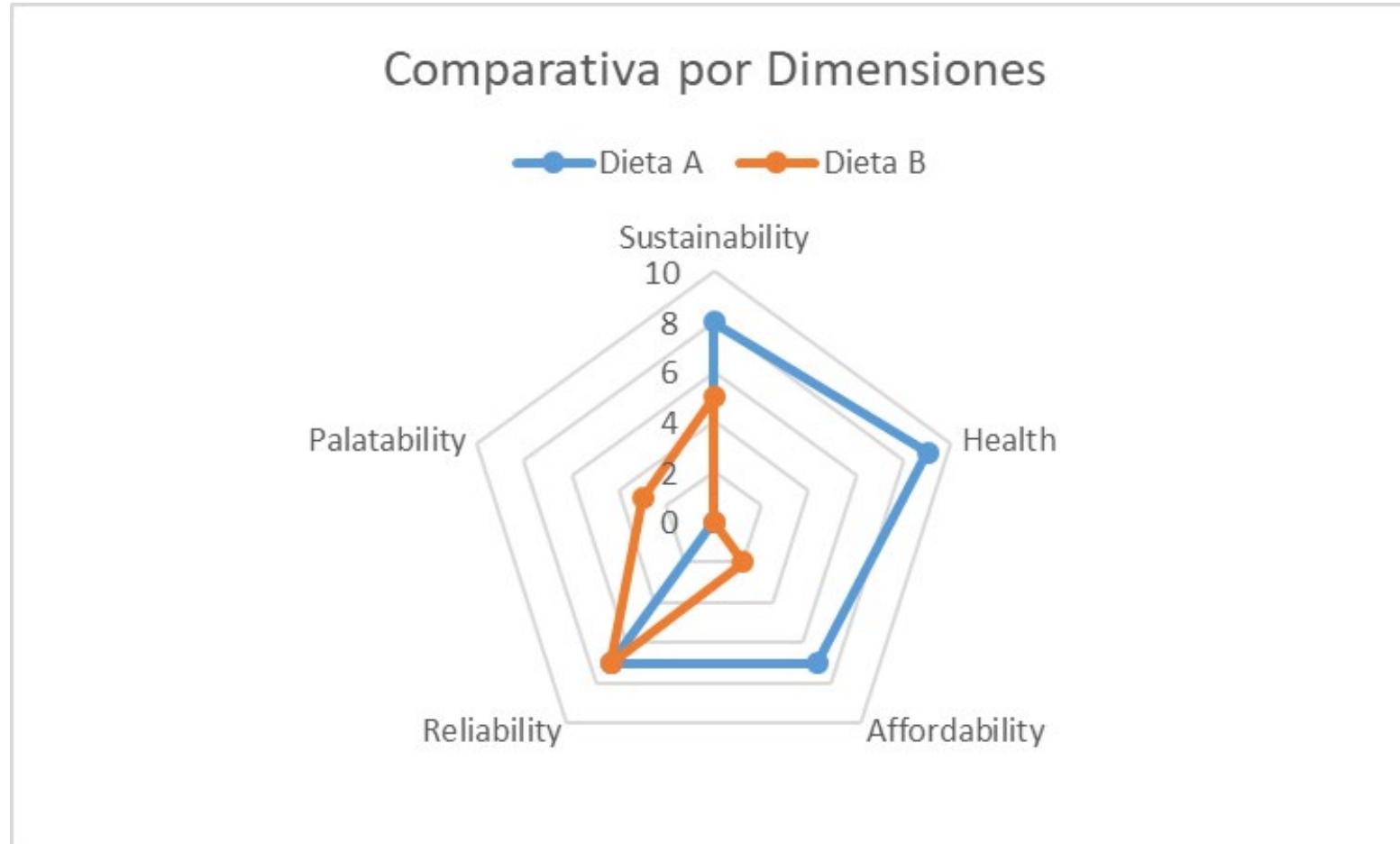
1. Introducción

Un Problema Multiobjetivo



1. Introducción

Un Problema Multiobjetivo



2. Nuestra Aproximación - Definiendo la Palatabilidad - Aceptabilidad

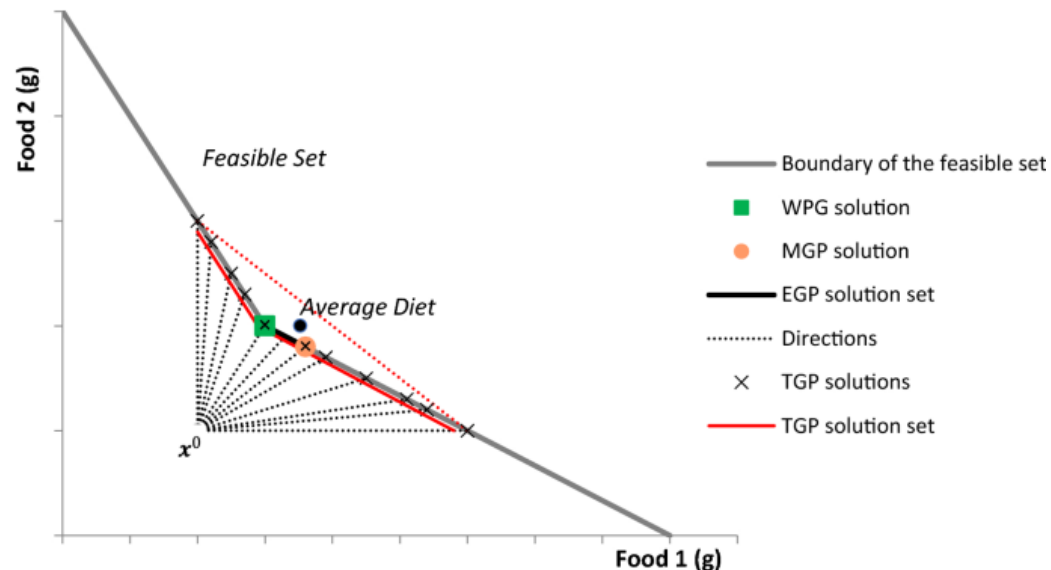
- ▶ Incluida clásicamente de forma implícita con restricciones.
 - ▶ Evitar repeticiones
 - ▶ Set de recetas ‘apetecibles’
 - ▶ Compatibilidad cultural
- ▶ ¿Introducción explícita?
 - ▶ Midiendo con funciones esa palatabilidad.

2. Nuestra Aproximación - Palatabilidad en el Problema de la Dieta

- ▶ Incorporación de la Palatabilidad en el DP.
- ▶ Se estudia la Dieta Mediterránea (Set de Restricciones)
- ▶ Se analiza la dieta española - Los Patrones de Consumo
- ▶ Análisis de relaciones entre CCAA con Clustering
- ▶ Martos-Barrachina, F., Antequera, L. D., Huelin, M. H., & Diaz-Hidalgo, R. (2019). Patrones de consumo de alimentos en España. *Rect@*, 20(2), 95-130.
[10.24309/recta.2019.20.2.01](https://doi.org/10.24309/recta.2019.20.2.01)
 - ▶ Minimización de la Distancia a la Dieta Española
 - ▶ - Tchebycheff Ampliada

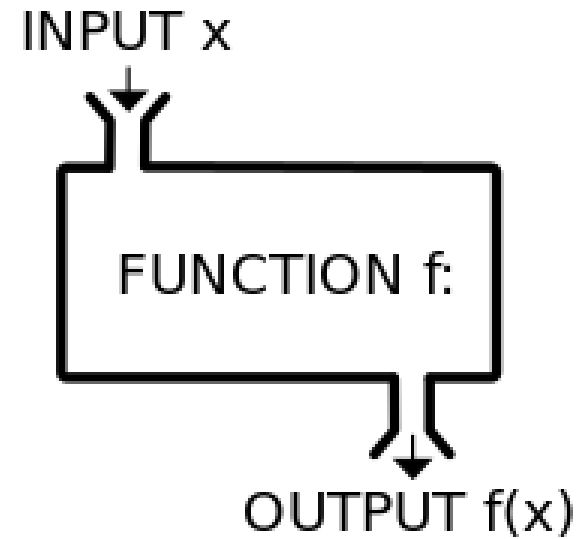
2. Nuestra Aproximación - Palatabilidad en el Problema de la Dieta

- ▶ Importancia de la Palatabilidad
- ▶ Incorporación de la Palatabilidad en el DP.
- ▶ Hernández, M., Gómez, T., Delgado-Antequera, L., & Caballero, R. (2021). Using multiobjective optimization models to establish healthy diets in Spain following Mediterranean standards. *Operational Research*, 21(3), 1927-1961. <https://doi.org/10.1007/s12351-019-00499-9>
 - ▶ Minimización de la Distancia a la Dieta Española
 - ▶ - Tchebycheff Ampliada



2. Nuestra Aproximación - Trabajo con el Problema del Menú

- ▶ Crear un modelo matemático que resuelva el problema **del menú**.
 - ▶ Un modelo básico con una dieta SHARP.
 - ▶ Resolver el problema de la factibilidad.
 - ▶ Incluir Aceptabilidad
 - ▶ Incluir Sostenibilidad
 - ▶ Generar dietas personalizadas y adaptables.



3. Problemas y Soluciones- Factibilidad en el Problema del Menú

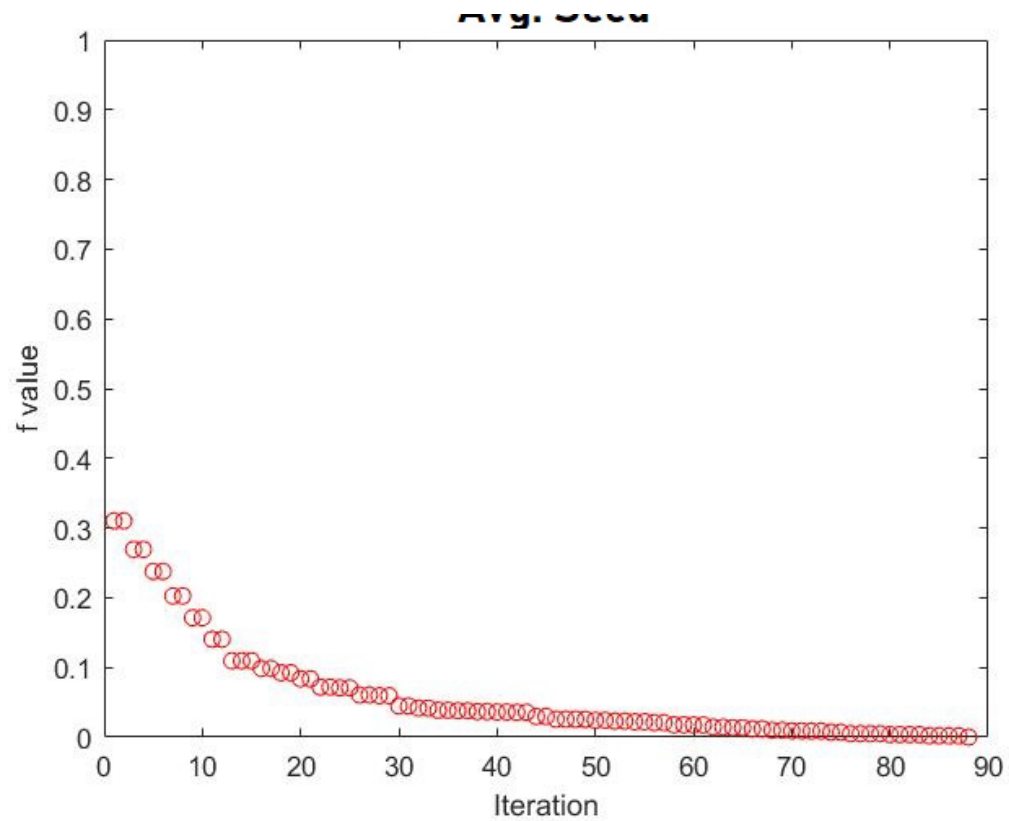
1- Uso de Modelos Discretos Exactos

- Uso de Modelos MILP
- Branch and cut y Branch and bound

2- GRASP + ILS

- Partimos de la estructura
- Clasificamos los platos (D S A C) - LABELING
- Buscamos el espacio factible que respeta esa estructura
- **MINIMIZAMOS LA DISTANCIA NORMALIZADA A LA REGIÓN FACTIBLE**
- Orientamos la búsqueda
- **ENCONTRAMOS EL ESPACIO FACTIBLE**
- **DENSIFICAMOS EL ESPACIO FACTIBLE**

3. Problemas y Soluciones- Factibilidad en el Problema del Menú



- ▶ **Desde las semillas**
 - ▶ Realizamos búsquedas locales
 - ▶ Se acercan a la región factible
 - ▶ Encuentran Factibilidad
- ▶ **Función Objetivo**
 - ▶ Suma de todas las restricciones normalizadas.
 - ▶ Problema sin restricciones

3. Problemas y Soluciones - Factibilidad en el Problema del Menú

Combinamos soluciones para densificar la región factible

- ▶ Combinamos menús factibles (o cuasifactibles)
 - ▶ Creamos soluciones alternativas
 - ▶ Con buena probabilidad de ser factibles
- ▶ Se densifica región factible
 - ▶ Las combinaciones están inspiradas en el algoritmo genético.
- ▶ Se obtienen menús asequibles, nutritivos y aceptables
- ▶ Martos-Barrachina, F., Delgado-Antequera, L., Hernández, M., & Caballero, R. (2022). An extensive search algorithm to find feasible healthy menus for humans. *Operational Research*, 1-37.
- ▶ DOI: [10.1007/s12351-022-00702-4](https://doi.org/10.1007/s12351-022-00702-4)

Menu 1 (s_1)	Menu 2 (s_2)
Array of lunch from s_1	Array of lunch from s_2
Array of dinner from s_1	Array of dinner from s_2



Menu 1' (s_1')	Menu 2' (s_2')
Array of lunch from s_2	Array of lunch from s_1
Array of dinner from s_1	Array of dinner from s_2

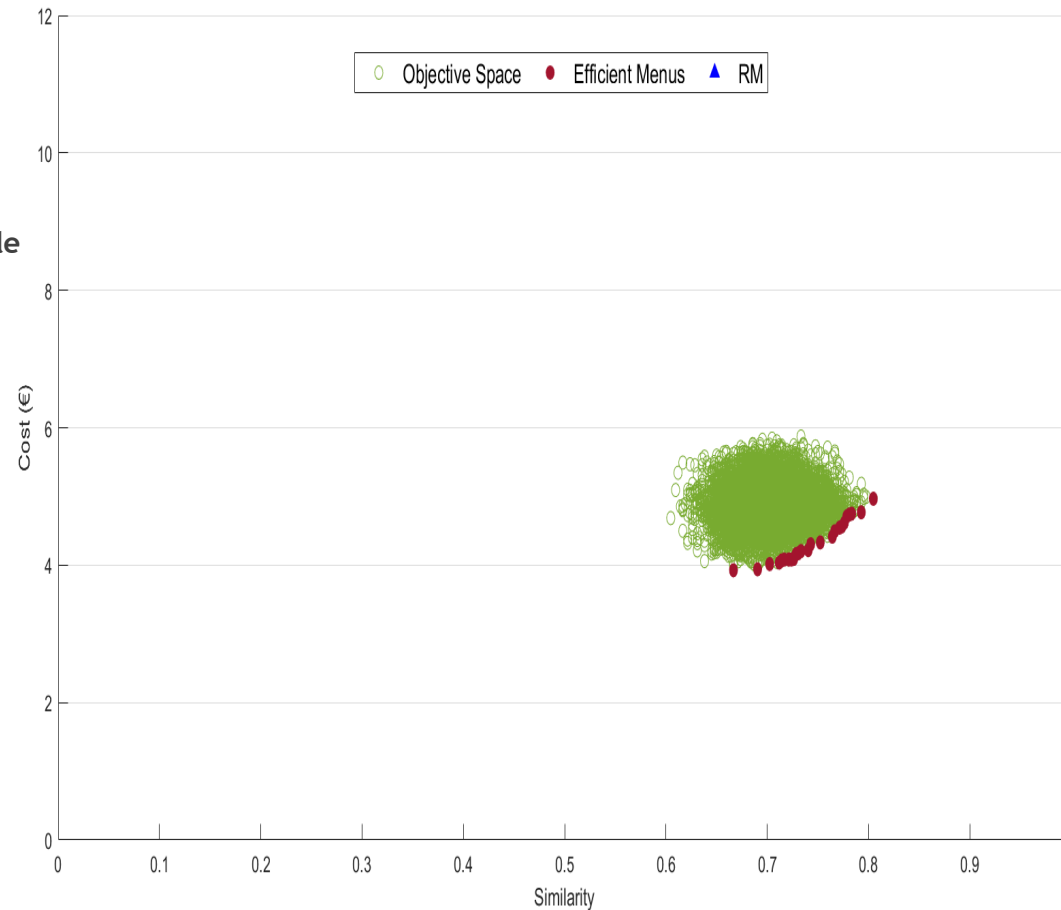
4. Metodología y Resultados - Paso a un espacio de objetivos

- ▶ Funciones Objetivos del Problema
 - ▶ Coste
 - ▶ Palatabilidad
- ▶ Creamos una función de similitud entre menús
 - ▶ Funciones de distancia son insuficientes
 - ▶ Clasificamos los ingredientes en grupos y subgrupos.
 - ▶ Clasificamos los platos en función de sus ingredientes principales
 - ▶ Cada plato tiene un Ingrediente Principal (IP), que pertenece a un Subgrupo (S) y a un Grupo (G).
 - ▶ Ponderaciones idealmente por un DM
 - ▶ Introducimos un **Menú de Referencia** (El menú tipo del DM) para tratar de estar cerca de él y en la región factible.

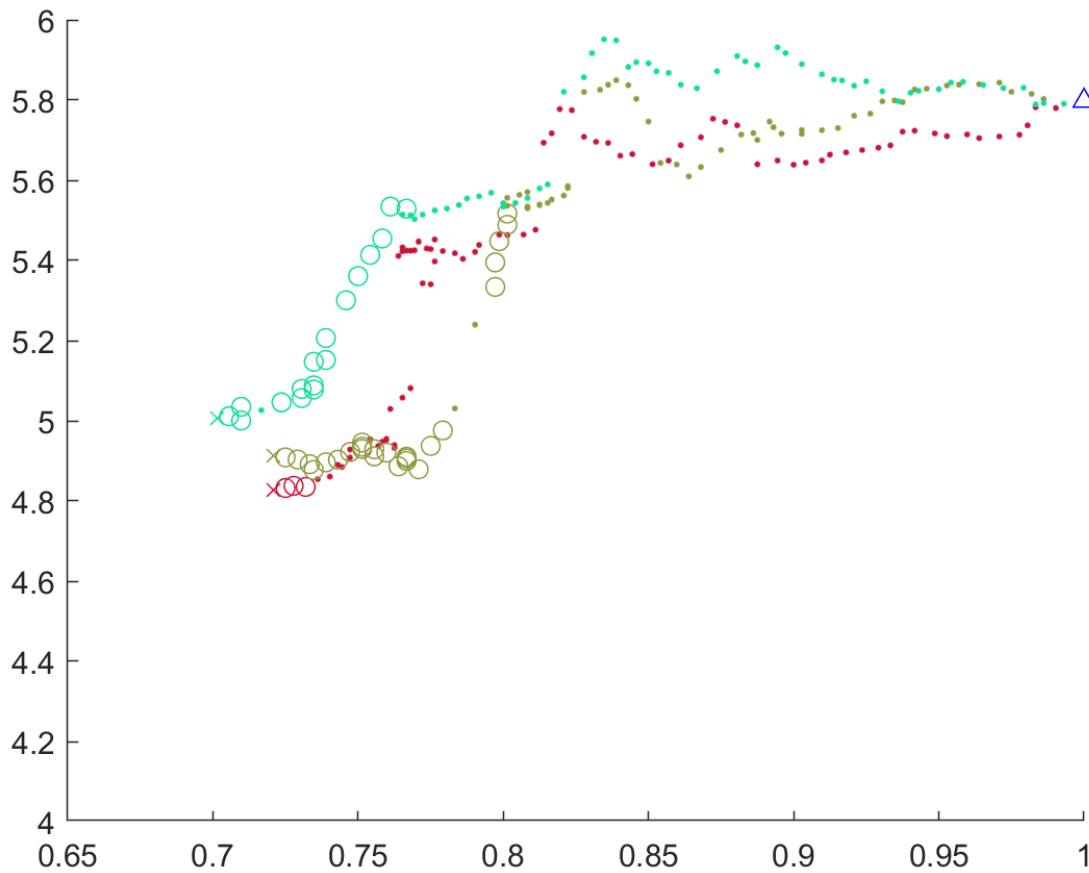
$$Sim(Menu_a, Menu_b) = \frac{P_{a,b} + I_{a,b} * w_I + S_{a,b} * w_S + G_{a,b} * w_G}{D * K}$$

4. Metodología y Resultados - PR desde el MR.

- ▶ Trasladamos nuestro espacio de soluciones a un nuevo espacio de objetivos.
- ▶ Evaluamos los dos objetivos, coste y similitud al menú de referencia dado y obtenemos una región factible, con su Pareto-Front.
- ▶ Queremos mover el Pareto front
 - ▶ **NUEVAS Y MEJORES** soluciones eficientes.
 - ▶ Aplicamos un Path-Relinking
 - ▶ Desde el Menú de Referencia
 - ▶ Hacia menús guías seleccionados aleatoriamente de la región factible

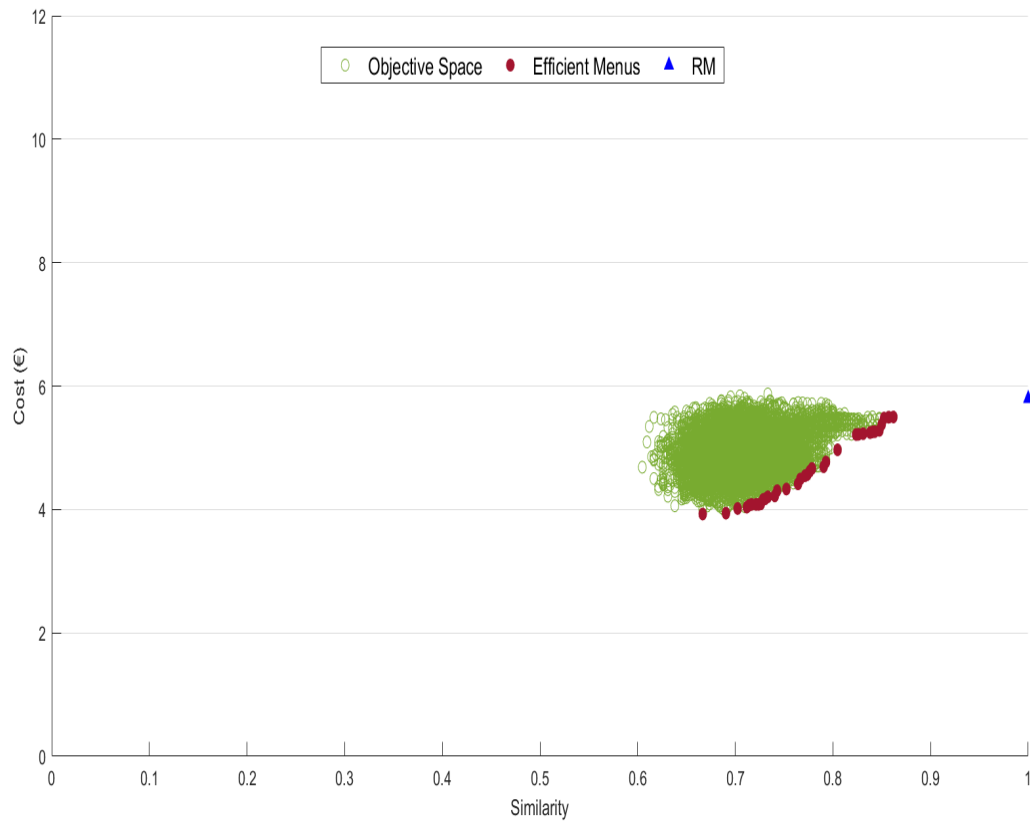


4. Metodología y Resultados - Path Relinking desde el MR.



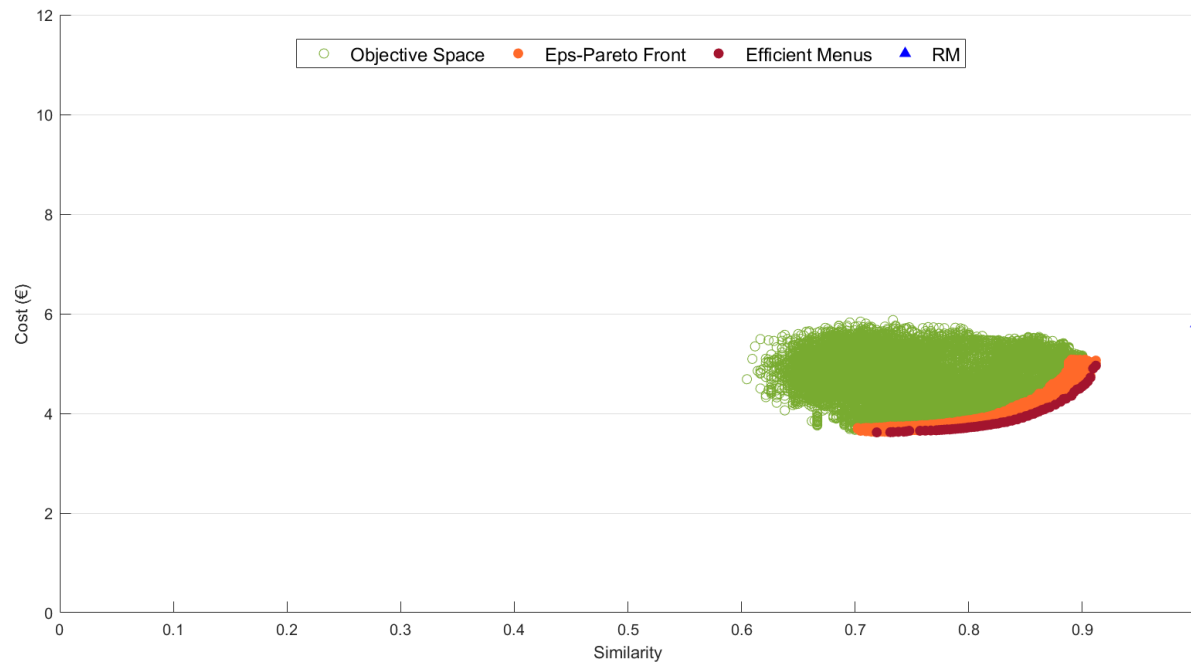
- ▶ Pasos desde MR al Menú Guía
 - ▶ Modificaciones Plato por Plato
- ▶ Evaluamos todos los menús resultantes
 - ▶ Nos quedamos con los nuevos factibles
 - ▶ Desechamos los infactibles
 - ▶ Al terminar, evaluamos en los objetivos.
 - ▶ Observamos la nueva región factible

4. Metodología y Resultados - Path Relinking desde el MR.



- ▶ Ampliación Región Factible y Pareto Front
 - ▶ Forma definida por el método de búsqueda
 - ▶ Espacio sin explorar (abajo-derecha)
- ▶ Aplicamos un Path Relinking entre las Soluciones Eficientes
 - ▶ Exploramos la región factible
 - ▶ Redefinimos el Pareto Front

4. Metodología y Resultados - Espacio bi-objetivo Coste-Similitud



- Región Factible poblada
- +100.000 menús factibles
- Una Epsilon-Pareto Frontera
- Una Pareto Frontera
- Opciones para el DM.

5. Trabajo Futuro - (Presente)

Incorporación de Sostenibilidad

- Sostenibilidad en todas sus vertientes
 - Económico - Social
 - Consumo, Impacto en el PIB, en el Empleo, en la Calidad del Empleo, etc.
 - Ambiental
 - Análisis del Ciclo de Vida del Producto
 - Consumo de Agua, Emisiones de CO2, Uso de Terreno, etc.
 - Producción Local - Proxy de Sostenibilidad
 - Origen del producto, último kilómetro..
- Soluciones con adaptación geográfica y estacional

Muchas Gracias

Francisco Martos Barrachina

Sugerencias, **¡Bienvenidas!**

fmeco@uma.es