

A S T E A



KUDEAKETA AURRERATUA
GESTIÓN AVANZADA

7•18 AZAROA
NOVIEMBRE 2016

22 SEMANA EUROPEA

*Esperimentuen plangintza
taktikarekin*

Táctica en la
experimentación para
innovar rápido

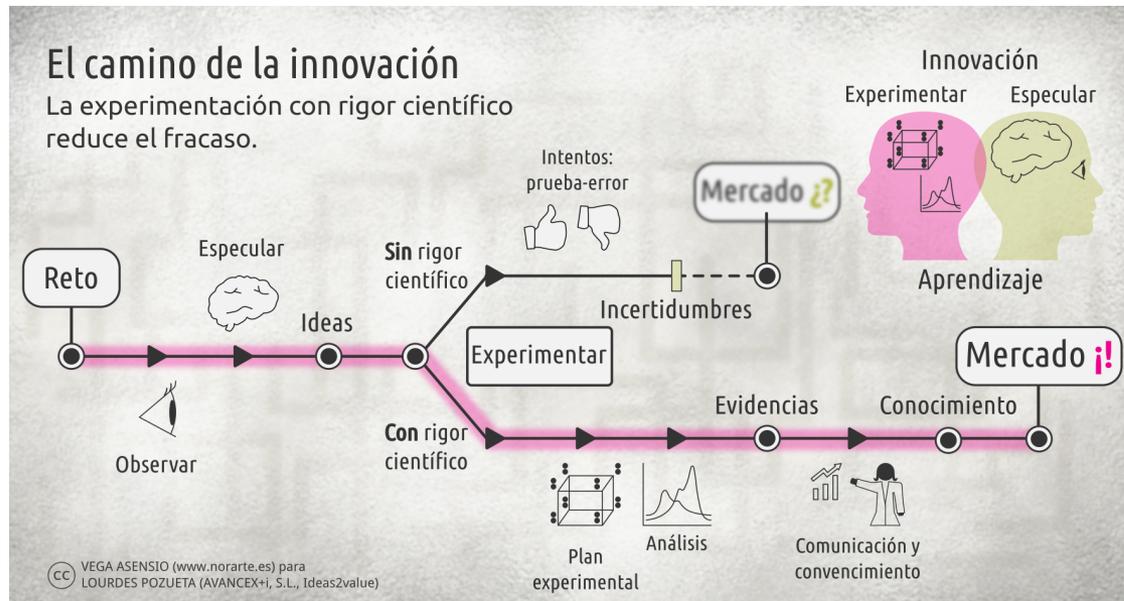
Tknika

LIRAKO IKERKETA ETA BERRIKUNTZA APLIKATURAKO ZENTROA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN APLICADA PARA LA FP
CENTRE FOR INVESTIGATION AND APPLIED INNOVATION IN VET

avancex+i

experimentar para avanzar

Diseño Estadístico de Experimentos: De las Ideas a las Evidencias



Lourdes Pozueta, Científica de Datos
lourdes.pozueta@avancex.com

Ingeniería de la
Calidad
Herramientas
Estadísticas
aplicadas a Mejora de
Producto/Proceso

Gestión de la Innovación
Procesos de Creatividad
Diseño Robusto

Rutinas para el logro
de habilidades de
Diagnóstico,
Experimentación,
análisis,

Despliegue de Metodologías de
Mejora Avanzada en Empresa.
Sistemática RP basada en datos

Six Sigma, Calidad Total...a medida

SERVICIOS

avancexi
experimentar para avanzar



Making Innovation Happen

ASESORÍA estadística

Planes recogida de Datos
Tratamiento Datos
Visualización información
Homologación productos
Perito estadístico en juicios

ESTUDIOS CONCRETOS

Protocolos Aceptación líneas
Protocolos de aceptación de lotes
Optimización parámetros de Proceso
Diseño de recetas de mayonesas

Consultoría on-line

Cursos-Talleres

Lean-Six Sigma para BB
Diseño de Experimentos
Control estadístico de procesos (SPC)
Taller Creatividad **avancexi**
experimentar para avanzar

LinkedIn



Lourdes Pozueta Fernández

1st

Aprendizaje con DATOS y Evidencias. Htas:
Diagnóstico, Predicción y Experimentación. Mejora
Continua en Equipo. Entreno
Bilbao Area, Spain | Management Consulting

Current AVANCEX+i, S.L., Ideas2value
Previous Mondragon University, IMH - Makina Erremintaren Institutua -
Instituto Máquina Herramienta, TECNALIA Research &
Innovation
Education Universitat Politècnica de Catalunya

lourdes.pozueta@avancex.com

500+
connections

*Servicios para Innovación,
Mejora, Aprendizaje*

avancex+i
experimentar para avanzar

**ideas
2value**
Making Innovation Happen

Innovation testers:

Una vez logrado el diseño conceptual del producto, y antes de la realización de prototipos y series piloto, es necesario establecer **el modo en que se va a medir el éxito del prototipo**, o del proceso de generación del mismo, y **las condiciones en que se van a elaborar los prototipos** para poder evaluar con rigor científico los diferentes aspectos que interesa a una organización.

Analizamos el comportamiento de prototipos ante variación de condiciones de diseño de producto y proceso, **identificando factores que afectan y optimizando diseño.**

Establecemos pruebas piloto para evaluar la **capacidad de los procesos de fabricación** de lograr los requisitos de producto y realizamos propuestas de **diseño de producto o proceso robustos** a esta variabilidad.

Innovation trainers

Ofrecemos servicios de **entrenamiento en competencias relacionadas con la Mejora Continua y el Diseño de Experimentos**. Potenciamos desarrollar el “statistical thinking” en las organizaciones: el pensamiento que persigue chequear/aceptar teorías en base a hechos/evidencias.

Cientes (orden inverso de antigüedad):

Técnicas de Control Metrológico (TCM), Fuchosa, Euskal Kataforesis, Vidrala, **Tknika**, Indar Electric, Bladex, COTY, Tubacex, Forjas de Iraeta, Fagor Ederlan, Edertek, ITP, Mondragon Unibertsitatea, Acciona, Copreci, TECNALIA, Tekniker, Volkswagen Navarra, Embega, Renolit, Alstom, Precicast, Hellmans, NISSAN NETC, DELPHI, ...

ENTRENAMIENTO en abierto

Lean Six Sigma

21 Febrero-13 Junio

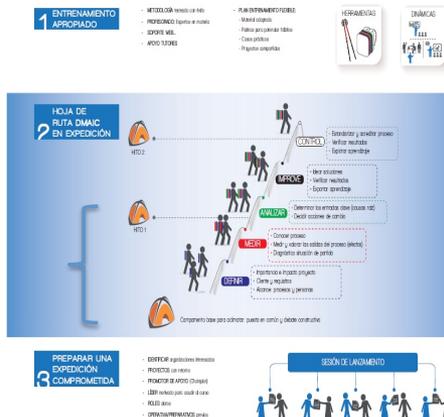
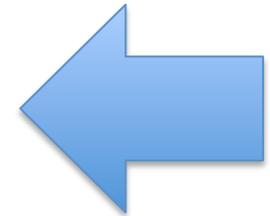
15 Martes

Diseño de Experimentos (DOE)

3 niveles: básico, medio y avanzado

Nivel básico: 13 Diciembre

3 sesiones 5 horas



MONDRAGON UNIBERTSITATEA
FORMACIÓN PARA PROFESIONALES

Inicio / Temáticas / Gestión y Organización Industrial / Curso Diseño de Experimentos DOE (Módulo I)

Curso Diseño de Experimentos DOE (Módulo I)

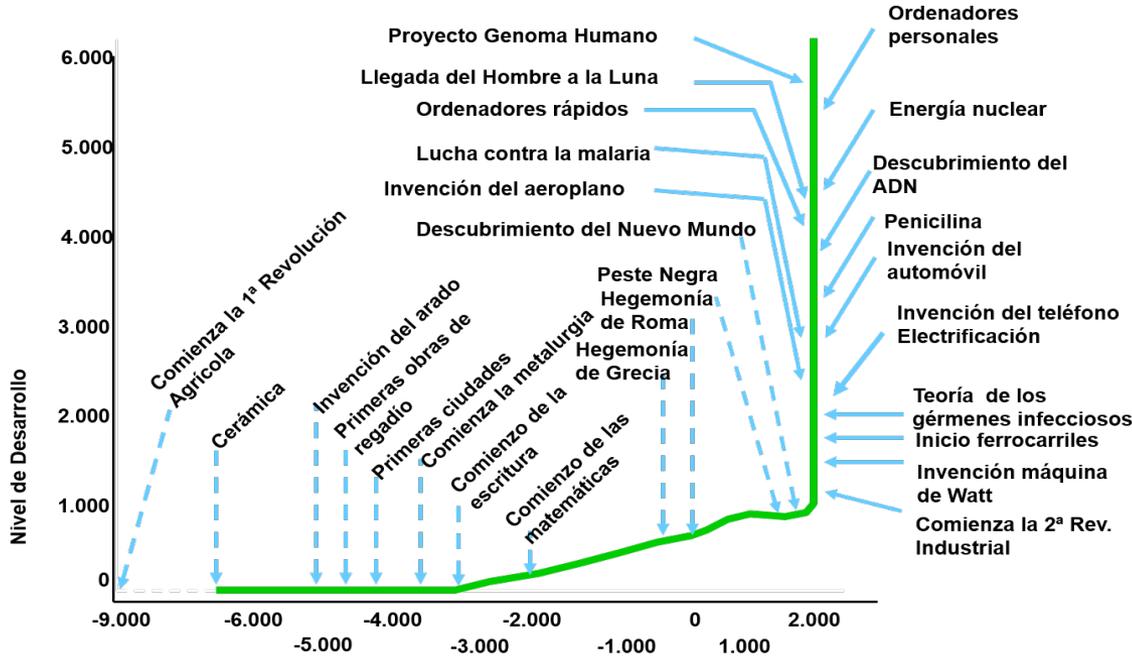
Temática: Gestión y Organización Industrial
Horas/ECTS: 15 horas
Calendario: 13/12/2016 - 20/12/2016 Mar-Jun
Horario: 14:00-19:00
Lugar: Arriate-Mondragón
Idioma: Español
Modalidad: Presencial
Precio: 300 €

[Inscribete](#)

Aumento del Conocimiento

Ref: Koldo Lasala

El 90% de los inventores que han pisado alguna vez la tierra estas vivos
CRECIMIENTO EXPONENCIAL DEL CONOCIMIENTO



→ **Muchos** tecnólogos

→ Nuevas **ideas**

→ **Nuevos escenarios:**
experimentos

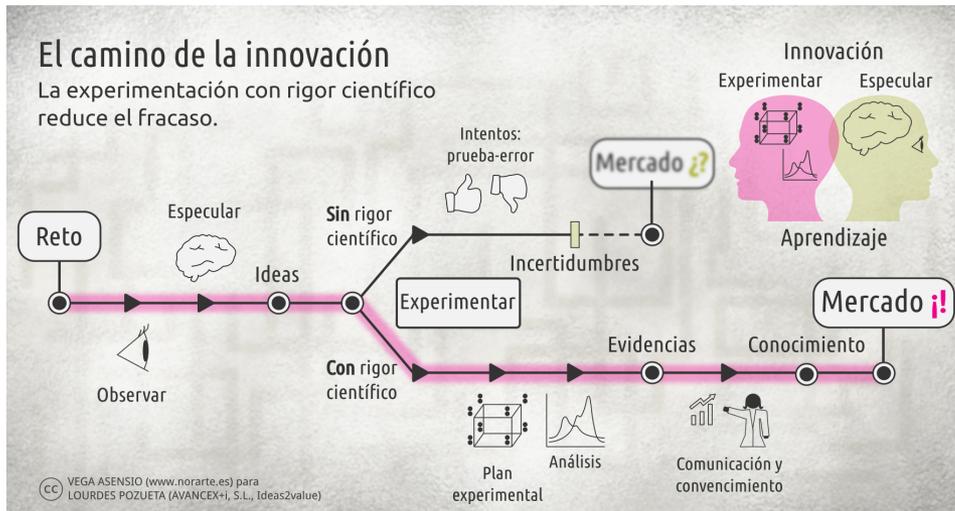
- Nuevas Aplicaciones
- Nuevos materiales
- Nuevos productos y procesos

¡¡ÉXITOS!!

- Recursos
- Conocimiento
- Táctica-método
-

¡¡FRACASOS!!

El valle de la muerte en el camino al mercado

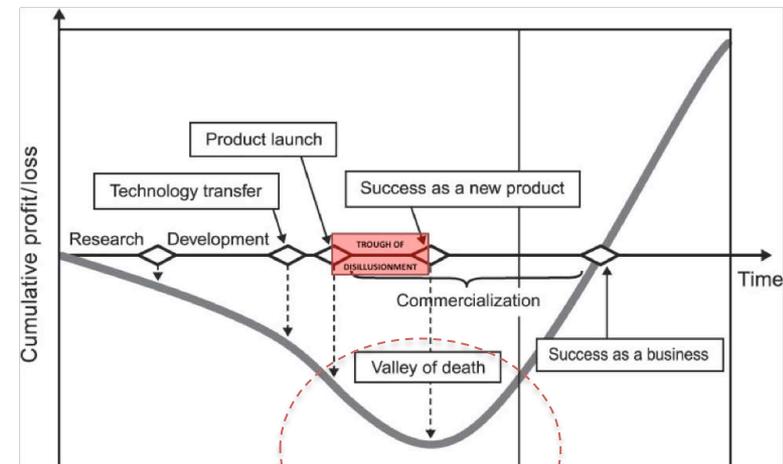


- Perseverancia
- Presupuesto...
- Adquirir nuevo Conocimiento
- **Aplicar Método científico**

Método científico:

¿Evidencias? o ¿Azar?

- ➔ Operativa experimental
- ➔ Procedimiento de decisión



Fuente: Forbes

El futuro que emerge

- Desarrollo muy rápido de nuevas tecnologías
- Necesidad de aprender rápido
- Necesidad de entender-comprender-dominar la fabricación de productos
 - Receta óptima y robusta
 - Proceso óptimo y robusto

¿Cómo Aprendo?

Hace falta PROTOTIPAR con Método Científico

Atacar la variabilidad desde diseño de producto y proceso

Reflexiones

Los planes de estudio de Universidades, Bachiller,...contienen muy **poca formación aplicada orientada a aplicar Diseño estadístico de experimentos** en las empresas

Formación muy académica poco práctica

Las instituciones no potencian la formación de las empresas **en analítica de datos o método experimental**

Las empresas tienen que APRENDER a APRENDER nuevos conocimientos mediante la experimentación

4 buenos hábitos/recomendaciones

para amar el DEPORTE de EXPERIMENTAR

“Planes experimentales” recomendables

**NOTA: ver presentaciones de Ekonek,
Tknika y Fagor Electrónica como
complemento a estas presentación**

1-Antes de experimentar con factores EXPERIMENTA ...PARA cuestionar la métrica, valorar el ruido en que te mueves, la estabilidad del entorno, la necesidad de replicar

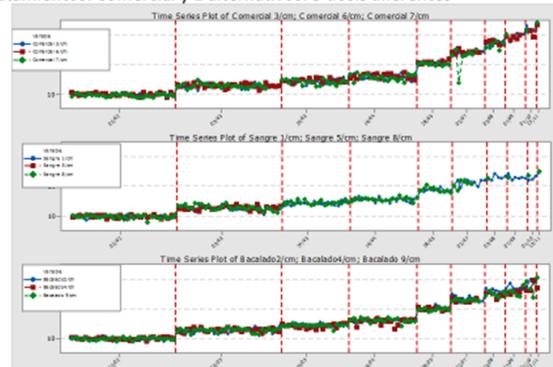
	Preguntas	Hta	Idea general de la rutina
1-Cuestionar Métrica	<p>¿Es suficientemente preciso mi procedimiento de medir? ¿Repite? ¿Puedo distinguir recetas que el cliente ve diferentes (10-20% de variación sobre tolerancias)?</p> <p><u>Acción → Estrategia para Medir mejor</u></p>	R&R ANOVA	Repetir medidas de prototipos diferentes y comparar con tolerancias

Plan experimental y análisis

Ejemplo
Proyecto pienso Tilapia
con Breen-Tknika

Crecimiento de TILAPIA.

Tratamientos: Comercial y 2 alternativos. 3 dosis diferentes



Resultados: Comercial es más eficiente. Un tratamiento con alta mortalidad y lento crecimiento..

La medida repite en todos los acuarios, los peces son similares... la señal esperada por crecimiento del pez supera la repetibilidad de acuarios ⇒ no es necesario tantos recurso de peces y acuarios

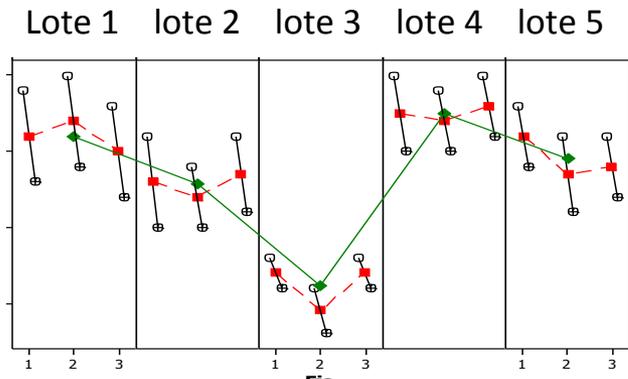
2-Antes de experimentar con factores, EXPERIMENTA

PARA localizar las fuentes de variación: corto, medio, largo

	Preguntas	Hta	Idea general de la rutina
2-Cuestionar origen de la Variabilidad	<p>Si no logro repetir los prototipos, ¿Dónde se localiza la mayor contribución a la variabilidad? ¿Dónde percibo síntomas? ¿En el corto plazo al medir en zonas diferentes? ¿En el intento de repetir un prototipo a continuación del otro? ¿a largo plazo?</p> <p>Acción → <u>Identificar Causas raíz. Experimentar para optimizar</u></p>	Multivari ANOVA	Tomar muestras desde lo más próximo localmente a lo más lejano e identificar fuente de mayor variabilidad.

Ejemplo Proyecto Colágeno con Ekolber-Tknika

Plan experimental y análisis



La mayor fuente de variabilidad ENTRE LOTES; también por localización dentro de cada individuo

ANOVA: Dureza vs. Vaca; Zona; Tiempo

Factor	Tipo	Niveles	Valores
Vaca	fijo	4	V1; V2; V3; V4
Zona	fijo	2	Cuello; Falda
Tiempo	fijo	3	t1; t2; t3

Análisis de varianza de Dureza

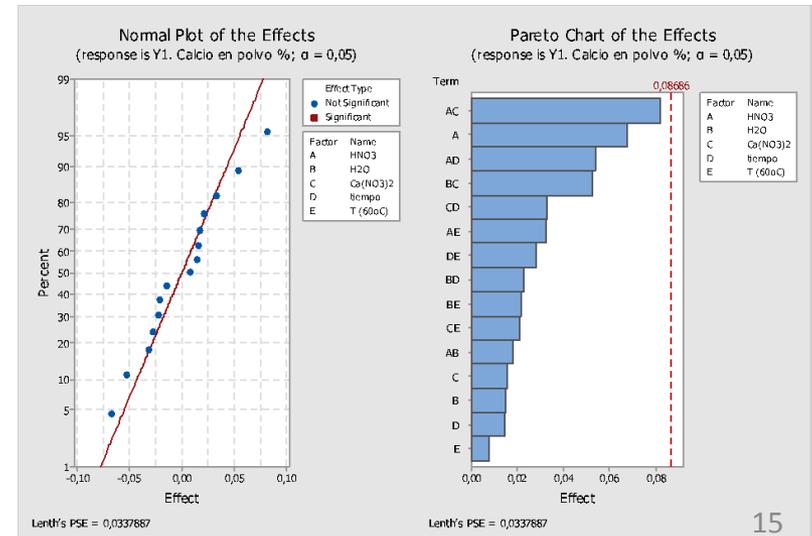
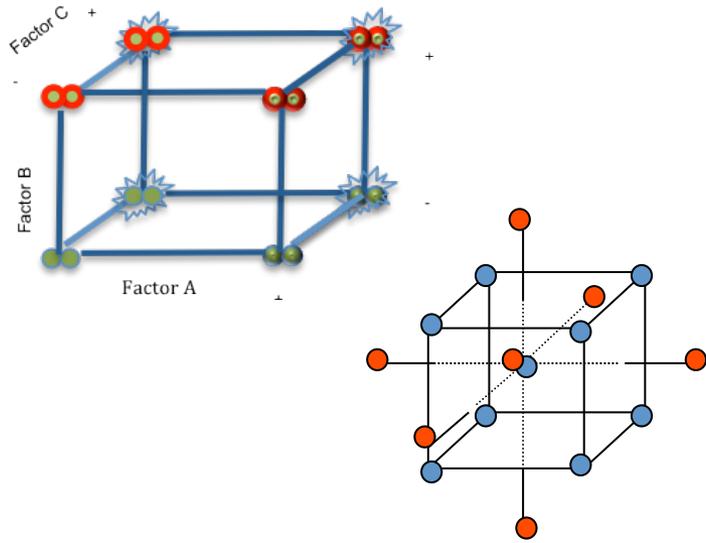
Fuente	GL	SC	MC	F	P
Vaca	3	1249,56	416,52	27,60	0,000
Zona	1	2310,19	2310,19	153,09	0,000
Tiempo	2	19,04	9,52	0,63	0,537
Error	41	618,69	15,09		
Total	47	4197,48			

S = 3,88458 R². = 85,26% R²(ajustado) = 83,10%

3-Antes de EXPERIMENTAR ...reflexiona sobre la táctica
 mover un factor cada vez es poco eficaz, te dejarás interacciones y gastarás más recursos
 A partir de 16 tratamientos introduce factores y no repliques

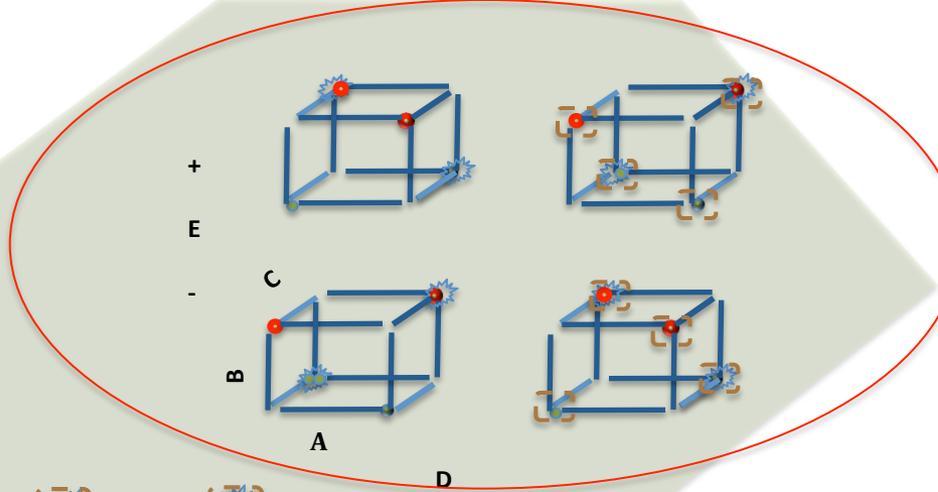
	Preguntas	Hta	Idea general de la rutina
3-Cuestionar sobre los factores clave	<p>Dada una lista de factores que podrían afectar, ¿Qué factores son clave? ¿Cómo es la relación con la respuesta de interés? ¿qué recetas son óptimas y por qué? ¿Es posible atacar la variabilidad que provoca el usuario? ¿puedo obtener una receta robusta?</p> <p><u>Acción → Diseño óptimo. Modelo explicativo</u></p>	<p>Multitud de Diseños: ... ANDOE, Box-Behken, Cluster, Cuadrado Latinos, Modelo General Lineal.</p>	<p>Experimentar según un plan que selecciona prototipos de modo ordenado en el espacio teniendo en cuenta todos los factores a estudio</p>

Plan experimental y análisis

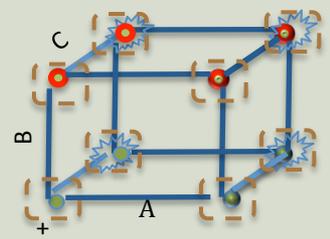


Optimizar Parámetros (prototipo óptimo)

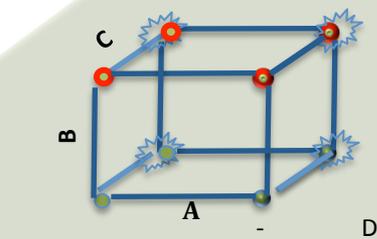
Diseños 2^{k-p} : Sencillos y eficientes



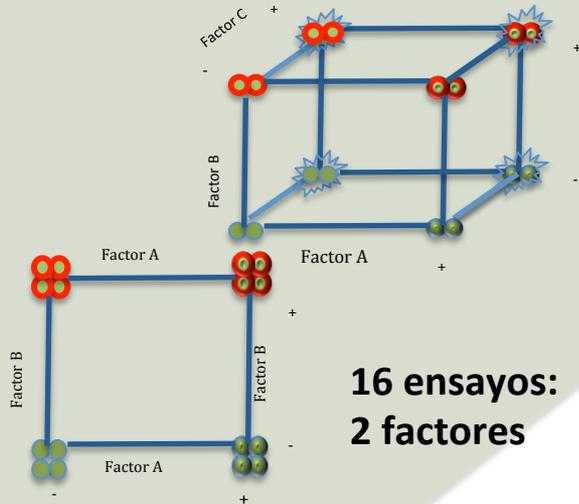
16 ensayos:
5 factores!!



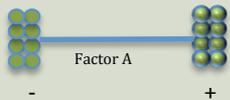
4 factores



3 factores



16 ensayos:
2 factores



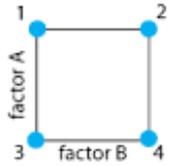
16 ensayos: 1 factor

EFICIENCIA

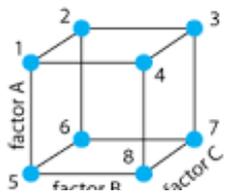
Selección óptima de condiciones

- **Coste experimental** ↓↓
- **Conocimiento** ↑↑

Matriz de Diseño Condiciones de Proceso



factor levels	
trial	A B
1	+ -
2	+ +
3	- -
4	- +

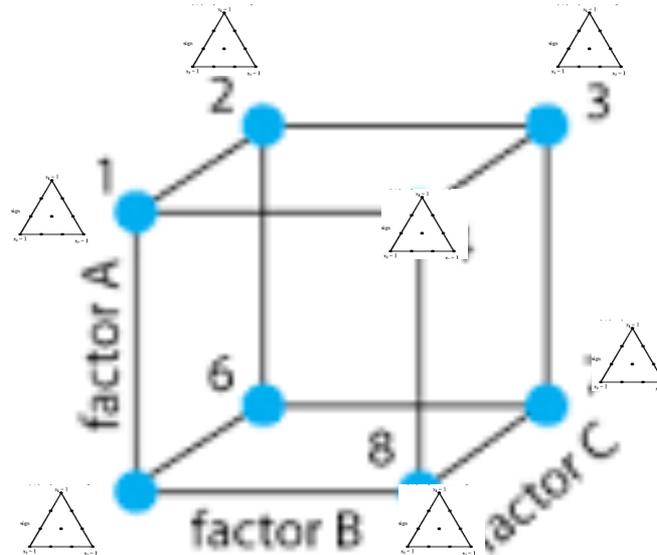
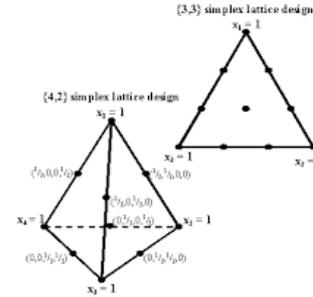


factor levels			
trial	A	B	C
1	+	-	-
2	+	-	+
3	+	+	+
4	+	+	-
5	-	-	-
6	-	-	+
7	-	+	+
8	-	+	-



Ejemplo
pienso
Tilapia
+Ekonek

Matriz de Diseño Recetas de Producto



Matriz de Diseño Proceso x Producto

4-Antes de dar el prototipo por acabado piensa en su fabricabilidad y hazlo robusto

	Preguntas	Hta	Idea general de la rutina
4-Diseños para reducir variabilidad (Robustos)	<p><i>Dada una lista de factores ruido y otro ruido de origen desconocido ¿Es posible atacar el ruido por variación en materia prima, condiciones ambientales, variab. utillaje, hábitos de usuario? ¿puedo obtener una receta robusta?</i></p> <p><u>Acción → Diseño óptimo lo más robusto</u></p>	Diseños Robustos; mezclar factores de control y ruido.	Experimentar según un plan que selecciona prototipos ordenado en el espacio y sometidos a diferentes condiciones de ruido

Diseño Robusto

Métrica para medir "Nivel"

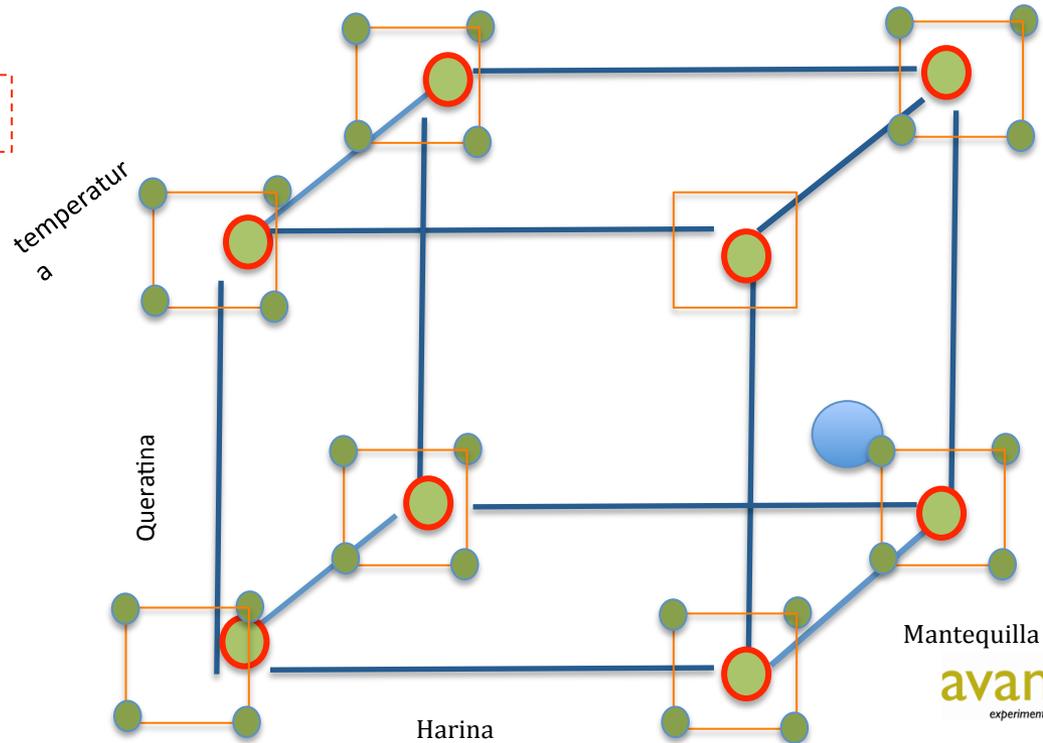
Métricas para medir Variabilidad

Receta	Factores de control			Factores de ruido					Resultados		
				T:	0	-	+	-	+	Media	s
	t:	0	-	-	+	+					
1	-	-	-	2,7	1,1	5,7	6,5	1,3	3,46	2,50	0,92
2	+	-	-	2,8	3,8	4,3	4,3	2,1	3,46	0,98	-0,02
3	-	+	-	4,8	3,7	5,1	6,9	2,8	4,66	1,55	0,44
4	+	+	-	4,3	4,5	6,2	5,8	5,2	5,20	0,82	-0,20
5	-	-	+	6,5	4,2	6,8	6,5	3,3	5,46	1,60	0,47
6	+	-	+	6,8	4,9	6,8	5,8	5,6	5,98	0,82	-0,20
7	-	+	+	3,6	3,1	6,3	6,4	2,9	4,46	1,74	0,56
8	+	+	+	4,5	3,8	5,3	4,9	5,3	4,76	0,63	-0,46

5 escenarios de ruido para cada prototipo

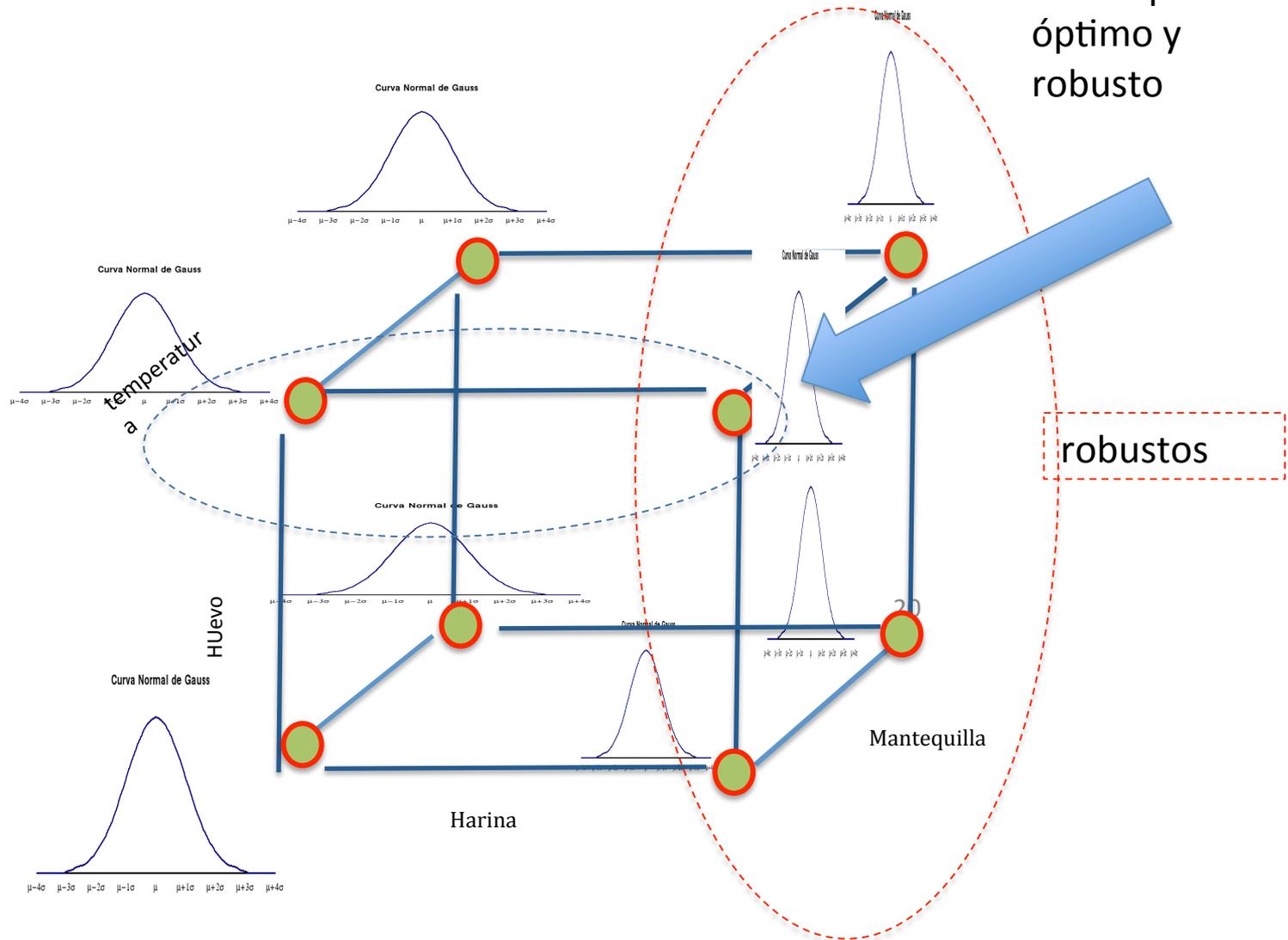
8 tratamientos o prototipos

Puede utilizarse en simulación!!



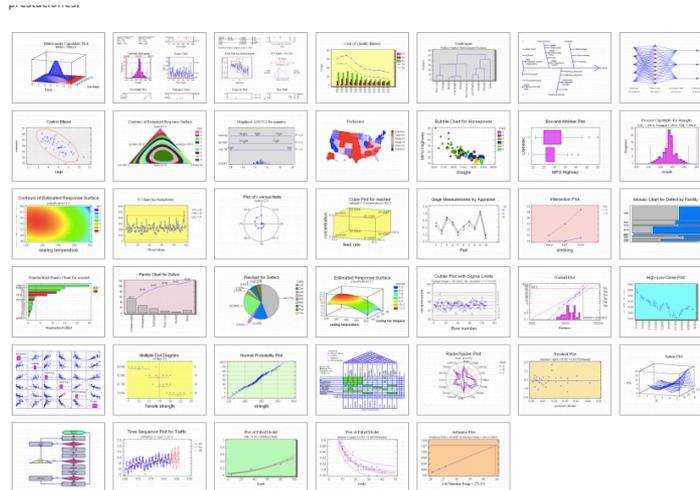
Receta Robusta

Prototipo
óptimo y
robusto

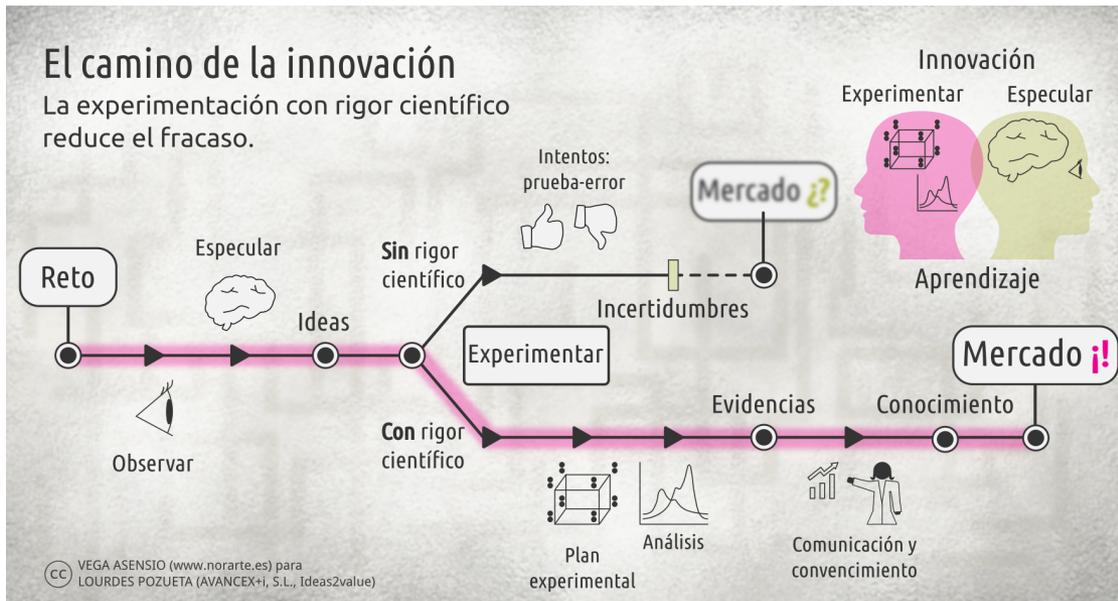


Buenísima noticia

- Hay software comercial que facilita realizar análisis visual, diagnósticos, DOE, SPC,... de una manera sencilla
- Los más populares MINITAB y STATGRAPHICS



Saber dónde encontrar la información y cómo usarla, éste es el secreto del éxito.
Albert Einstein



Las **COMPETENCIAS** experimentales son clave para empresas que investigan, innovan, aplican mejora continua...

!!Las Universidades están muy atrasadas en dotar de estas competencias!!

➔ Potenciar desde DENTRO de las EMPRESAS y las INSTITUCIONES

Sostenibilidad experimental

1. Empresas-instituciones involucradas
2. Personas con deseo de adquirir competencias
3. Oportunidad de Proyectos con impacto
4. Entrenamiento
 - Formación + práctica
 - Aprender en equipo
 - Continuidad
5. Sociabilizar el SABER y los métodos
6. Invertir en mejorar proceso de aprendizaje
 - Software
 - Tecnologías visualización

A S T E A

KUDEAKETA AURRERATUA
GESTIÓN AVANZADA

7-18 AZAROA
NOVIEMBRE 2016

22 SEMANA EUROPEA