



Asepelt
España

Comunicaciones XIV Reunión

**HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS EN EL
CONTROL Y MEJORA DE LA CALIDAD. UNA
APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA
AGROALIMENTARIA**

María del Carmen Huerga Castro - ddechc@unileon.es

Julio Ignacio Abad González - ddejag@unileon.es

Universidad de León

Anales de Economía Aplicada

Oviedo 2³
Junio 2000 4



Reservados todos los derechos.

Este documento ha sido extraído del CD Rom "Anales de Economía Aplicada. XIV Reunión ASEPELT-España. Oviedo, 22 y 23 de Junio de 2000".

ISBN: 84-699-2357-9

HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS BÁSICAS EN EL CONTROL Y MEJORA DE LA CALIDAD. UNA APLICACIÓN EN LA INDUSTRIA AGROALIMENTARIA

AUTORES: Huerga Castro, María del Carmen. ddechc@unileon.es. Universidad de León.

Abad González, Julio Ignacio. ddejag@unileon.es. Universidad de León.

PALABRAS CLAVE: Técnicas estadísticas, control de calidad, industria agroalimentaria

RESUMEN:

La utilización correcta de lo que, en la terminología del control de calidad, se conocen como las “siete herramientas de ISHIKAWA”, proporciona un camino adecuado para la implantación y seguimiento eficaz de los proyectos de control y mejora de la calidad. En este sentido, cada una de estas herramientas estadísticas tiene un propósito específico y responde a unas necesidades concretas, de modo que su utilización conjunta permite resolver la gran mayoría de los problemas relacionados con la calidad.

En la presente comunicación, se recogen varios ejemplos de la utilización de este conjunto de técnicas estadísticas en situaciones reales que surgen en las empresas agroalimentarias a la hora de abordar los problemas del control y mejora de la calidad.

1. Introducción

En este trabajo pretendemos mostrar la utilidad de algunas herramientas estadísticas básicas en el control de la calidad y en la gestión empresarial, centrandó la atención en las empresas del sector agroalimentario.

Las empresas son cada día más conscientes de que la calidad de sus productos y servicios es un factor de vital importancia para la supervivencia en el mercado. Hoy en día, la calidad es tan importante como el precio, puesto que la calidad es lo que atrae de nuevo a los clientes. Ante esta situación, las empresas no pueden escatimar esfuerzos para ofrecer nuevas opciones a unos consumidores cada vez más preocupados por la dualidad calidad/precio, y en consecuencia, el

control y la mejora de la calidad se han convertido en un factor decisivo para aquellas empresas que desean competir y mantenerse en el mercado actual con garantías de futuro.

En este sentido, para muchas empresas del sector agroalimentario resulta de vital importancia obtener algún tipo de certificado de calidad según las normas ISO-9000. Pero conseguir una certificación de estas características no es una tarea fácil, pues se exige, por un lado, un cambio de actitud de todo el personal de la empresa, y por otro, la implantación de un sistema coherente de control y mejora de la calidad. Muchas de estas exigencias de calidad, pueden abordarse con sencillas técnicas estadísticas, cuya utilización supone un salto cualitativo en el análisis de la información, teniendo en cuenta que la práctica habitual suele ser recoger y archivar datos sin extraer de ellos las conclusiones pertinentes.

2. El concepto de calidad y su evolución

Definir la calidad no es una tarea fácil; una de las definiciones más unánimemente admitidas se debe a JURAN (1995; p. 3) quien la define como “adecuación al uso”, aunque el propio JURAN matiza que la adecuación al uso se desdobra en dos partes: mayor calidad implica satisfacer las necesidades del consumidor, y mayor calidad implica ausencia de deficiencias.

Sin embargo, la concepción de la calidad ha evolucionado y ha atravesado distintas etapas. Actualmente, se está imponiendo la filosofía de que la calidad se gestiona de la misma manera que cualquier otra actividad empresarial. Esta gestión de la calidad, exige un plan estructurado de acciones: la planificación, el control y la mejora, procedimientos que constituyen lo que se ha dado en llamar “la trilogía de JURAN”, y que establecen un marco de referencia especialmente útil para lograr los objetivos de calidad.

En la fase de planificación se diseña, no sólo el producto o servicio, sino también el proceso capaz de conseguir ese producto. La planificación es clave en la consecución de objetivos de calidad, es la etapa donde se identifican los clientes y sus necesidades, y entendiendo la calidad como la satisfacción del cliente, es claro que una correcta planificación es el punto de partida para crear calidad.

Ahora bien, después de planificar es necesario controlar, es decir comprobar y vigilar que se están cumpliendo los objetivos de calidad fijados y, si es necesario, actuar sobre la diferencia. Pero, ¿qué se puede controlar? Tradicionalmente, el control, se dirigía a cuestiones puramente técnicas, como las características de los productos (peso, tamaño, espesor, diámetro), o las condiciones bajo las cuales funciona un proceso (temperatura, tiempo utilizado); sin embargo, en la actualidad su alcance es mucho más amplio y se extiende al control de los resultados de cualquier organización (costes, plazos de entrega, etc.).

Por último, está la mejora, que para que sea efectiva debería ser continua. Siempre habrá algo que corregir; en realidad, la idea que subyace cuando se habla de mejora de la calidad, es que un producto nunca es lo suficientemente bueno y que se debe mejorar continuamente. Cuando una organización empresarial es consciente de la necesidad de mejorar, habrá dado un importante paso adelante.

3. La estadística en la gestión de la calidad

En cualquiera de las fases mencionadas, las técnicas estadísticas nos ofrecen grandes posibilidades y su utilización puede solucionar muchos problemas. Así, los **métodos de diseño de experimentos** pueden emplearse en la fase de planificación para comparar materiales, componentes o ingredientes distintos, y como ayuda para determinar las tolerancias tanto del sistema como de los componentes; en definitiva, para investigar mejoras en los procesos. Por su parte, para controlar la calidad, una de las herramientas más conocidas son los gráficos de control de SHEWHART, gráficos que permiten distinguir estadísticamente las variaciones significativas, separando las falsas alarmas de los cambios reales. La teoría de los gráficos de control se encuadra dentro de una parte del control estadístico de la calidad que se llama **Control Estadístico de Procesos**¹ (CEP). El CEP engloba un conjunto de técnicas que permiten realizar un control durante el proceso de producción, a diferencia de los primeros métodos utilizados para controlar la calidad, que se limitaban a inspeccionar el producto final, separando los productos correctos de los defectuosos. Aunque esa inspección inicialmente era al

¹ En inglés *Statistical Process Control* (SPC).

100%, pronto se sustituyó por los planes de **inspección por muestreo** coincidiendo con el desarrollo de la teoría estadística del muestreo. No obstante, como el control de calidad se limitaba únicamente a la inspección del producto final, los problemas de calidad seguían sin descubrirse hasta mucho después de presentarse.

Las técnicas estadísticas citadas, diseño de experimentos, control estadístico de procesos e inspección por muestreo, utilizadas razonadamente y de forma adecuada, permiten poner de manifiesto y resolver un elevado número de problemas. No obstante, aunque la forma lógica de aplicación de las mismas sería en el orden mencionado, hemos de dejar constancia, que el orden de aparición y aplicación de estas técnicas ha sido precisamente el inverso.

Resulta pues evidente que muchos problemas de calidad encuentran en la estadística las técnicas y procedimientos para encontrar soluciones. Ahora bien, como afirma ISHIKAWA (1994; p.110), no es necesario saberlo todo para promover el control de calidad y la gestión empresarial. De hecho, este autor propone siete herramientas básicas que, en su opinión, si se utilizan inteligentemente, permiten resolver el 90% de los problemas. Estas herramientas tienen una característica común: todas son visuales y tienen forma de gráficos o diagramas. Se conocen como las “siete herramientas de ISHIKAWA”, incluso en muchos textos de control estadístico de calidad se presentan como “los siete magníficos” (WADSWORTH *et al.*, 1986), y a ellas nos referiremos a continuación.

4. Herramientas estadísticas básicas en el control y mejora de la calidad

Las siete herramientas de ISHIKAWA, sin ser excesivamente complejas, proporcionan información de gran valor en la toma de decisiones relacionadas con la calidad. Por tanto, constituyen una base para la mejora de la calidad. Estas herramientas son las siguientes:

- * Plantillas para la recogida de datos.
- * Histogramas.
- * Diagramas de PARETO.
- * Diagramas causa efecto.
- * Diagramas bivariantes.
- * Estratificación.

* Gráficos de control.

4.1. Plantillas para la recogida de datos

Las plantillas se utilizan con el propósito de recoger datos de forma ordenada y sistemática. La forma y estructura de una plantilla para recoger información presenta múltiples variedades en función de la finalidad para la que ha sido diseñada. Así por ejemplo, una plantilla para localizar defectos puede consistir en un dibujo del producto sobre el que se señala dónde se han detectado los defectos. Otras plantillas tienen sencillamente forma de tabla para enumerar defectos y sus frecuencias, o para anotar los valores que posteriormente servirán para la construcción de histogramas o gráficos de control.

A modo de ejemplo, en la **TABLA 1** se presenta una plantilla diseñada para recoger las incidencias de producción en una empresa castellano-leonesa que envasa y comercializa legumbres. Dicha empresa dispone de tres máquinas de envasado, una de control manual (máquina A), y dos automáticas, (máquinas B y C).

TABLA 1. Plantilla para recoger las incidencias de producción

	Fotocélula					Mal arrastre de papel					Mal marcado de fechas					Mala soldadura					Fallo carrusel					Problema agrupadora				
	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V	L	M	X	J	V
Máquina A																														
Máquina B																														
Máquina C																														

4.2. Histogramas

Los histogramas son una representación gráfica de un conjunto de datos que se utilizan habitualmente para visualizar los datos generados por las hojas o plantillas donde se ha recopilado la información. La forma del histograma suele poner de manifiesto características importantes de la población de la cual se extrajeron los datos, sobre todo si, a la vez que se representa el histograma, se señalan los límites de especificación dentro de los cuales debe permanecer el producto o proceso.

Para construir un histograma se agrupan los datos en intervalos (entre 5 y 15) dependiendo del recorrido de los mismos, R , siendo $R = \text{valor máximo} - \text{valor mínimo}$. La amplitud, a , de cada intervalo se deduce entonces de la relación:

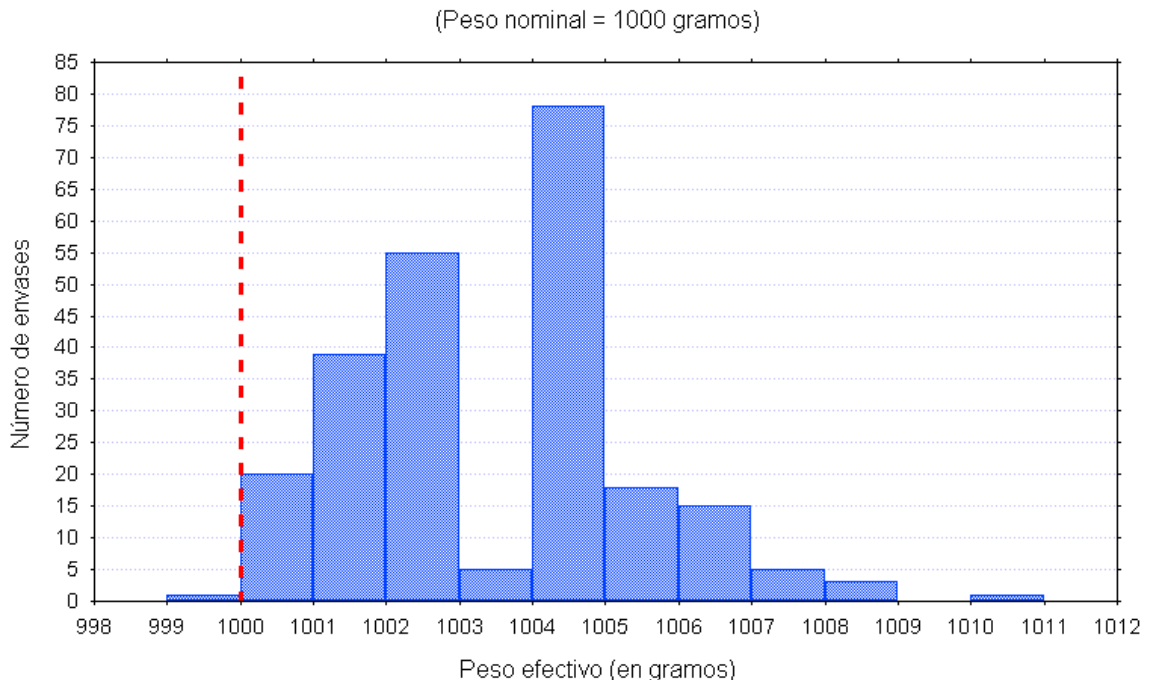
$$a = \frac{R}{\text{n}^\circ \text{ de intervalos}}$$

En la representación correspondiente, se marcan los extremos de los intervalos sobre el eje de abscisas y sobre cada uno de ellos se coloca un rectángulo de altura proporcional a la frecuencia correspondiente.

Si se representan histogramas para distintas situaciones, como datos provenientes de diferentes máquinas o de distintos operarios suelen ponerse de manifiesto dónde se localizan los problemas para atajarlos convenientemente.

La **FIGURA 1** muestra un histograma realizado a partir de los pesos de los paquetes de legumbres secas envasados por la *máquina A* de la citada empresa. Los pesos se han recogido durante 3 días tomando en cada uno de ellos una muestra de tamaño 80.

FIGURA 1. Histograma para el peso efectivo de las legumbres secas



La observación del histograma pone de manifiesto que la máquina considerada produce dentro de las especificaciones que, según la normativa vigente, son 1000 ± 15 g. No obstante, la

práctica totalidad de la producción está por encima del valor nominal, estando el peso más frecuente entre 1004 g. y 1005 g., lo que indica que podría ajustarse la máquina envasadora con mayor precisión.

4.3. Diagramas de PARETO

El diagrama de PARETO se basa en el principio de PARETO que separa “los pocos vitales de los muchos triviales”, en un intento de reducir el centro de atención, en la causa que origina la mayoría de los problemas. La representación correspondiente dispone los datos desde la mayor frecuencia a la menor y se completa dibujando una línea que representa la frecuencia acumulada, para indicar la magnitud relativa de los defectos contados. Para construir un gráfico de PARETO deben anotarse las causas en orden de importancia y proceder al recuento para cada una de ellas. Las causas se sitúan en el eje horizontal y se dibujan dos ejes verticales: el de la izquierda que se gradúa desde cero hasta el valor mayor obtenido del recuento, y el eje de la derecha, que indica los porcentajes, y por lo tanto se gradúa desde 0% a 100%. Una tabla genérica para recoger la información previa a la construcción de un gráfico de PARETO se presenta a continuación:

TABLA 2. Modelo de tabla para la construcción de un gráfico de PARETO

Causas	Frecuencias		Porcentajes	
	Ordinarias	Acumuladas	Ordinarios	Acumulados
1	n_1	N_1	$P_1 = n_1 / N \times 100\%$	P_1
2	n_2	N_2	$P_2 = n_2 / N \times 100\%$	$P_1 + P_2$
3	n_3	N_3	$P_3 = n_3 / N \times 100\%$	$P_1 + P_2 + P_3$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	n_m	N_m	$P_m = n_m / N \times 100\%$	100%

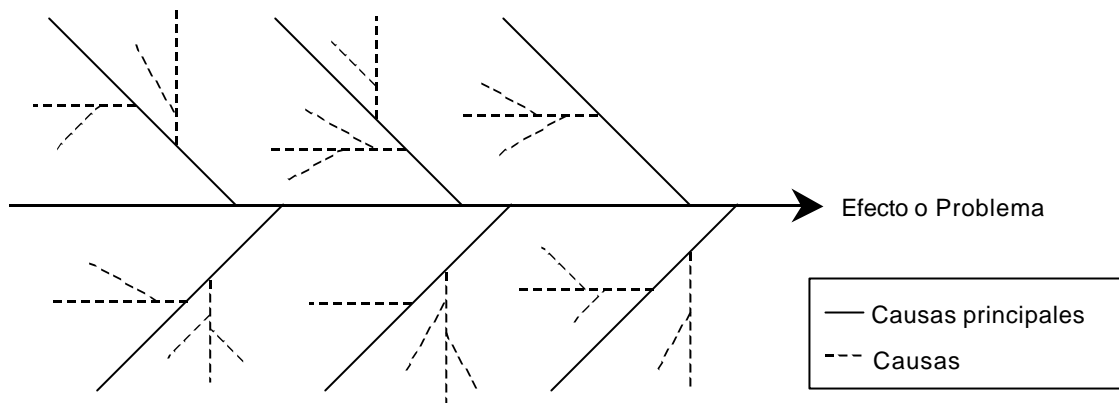
4.4. Diagramas causa-efecto

El objetivo de un diagrama causa-efecto es identificar y eliminar la causa o causas que originan los problemas, en lugar de acabar sólo con los efectos o síntomas visibles del mismo. El diagrama consiste básicamente en una línea central y un conjunto de ramas que representan las relaciones entre los efectos observados y las causas que los producen, y que confluyen en dicha línea

central. Este diagrama también se denomina “diagrama de ISHIKAWA” o “diagrama de espina de pescado”, dada su apariencia final.

Para construir un diagrama causa-efecto, primero se debe identificar o definir el problema, que se situará en la parte derecha del diagrama. Posteriormente hay que concretar las posibles causas que dan lugar al problema, en cuya tarea resulta de utilidad realizar un *brainstorming* para aportar ideas. Las causas señaladas se colocan, agrupadas en cuatro o seis grupos, en las ramas principales. Estas ramas principales suelen englobar la mano de obra, la maquinaria, los materiales, los métodos, el medio ambiente y el mantenimiento. Cada rama principal está integrada a su vez por varias ramas, que recogen las causas secundarias, y así sucesivamente hasta conseguir el grado de desagregación deseado. Un diagrama genérico se presenta a continuación.

FIGURA 2. Diagrama causa-efecto



4.5. Diagramas bivariantes

Los diagramas bivariantes o diagrama de dispersión, tienen como finalidad estudiar la relación entre dos variables, ya sea una característica de calidad y un factor que pueda influir en ella, dos características de calidad relacionadas, o dos factores ligados a la misma característica de calidad. Es importante recoger los datos por pares, y aquellos que se crea que son la causa deben colocarse en el eje de abscisas, mientras que los datos correspondientes al efecto se representan en el eje de ordenadas, estableciendo la escala adecuada dependiendo del número de valores de cada variable y de sus valores máximo y mínimo.

Partiendo de la observación de un diagrama bivalente, se puede obtener información sobre las características de calidad que se estudian, poniendo de manifiesto si existe relación y de qué tipo, si existe una elevada dispersión o si se detectan anomalías. Además de determinar la existencia o no de relación, se puede medir el grado de la misma mediante los coeficientes de correlación, e incluso realizar un análisis de regresión para extrapolar y predecir.

No obstante, la interpretación del diagrama debe hacerse con precaución. Como señalan PRAT *et al.* (1997; p. 41) aunque los datos de que se disponga no indiquen relación, no significa que ésta no exista. Puede suceder que el rango de variación de los datos de ambas variables sea demasiado pequeño e impida poner de manifiesto la verdadera relación entre las variables.

Por ejemplo, la empresa envasadora a la que venimos haciendo referencia en todos los ejemplos anteriores, debe controlar con cuidado el grado de humedad (% de agua) de las legumbres que envasa puesto que la humedad tiene una gran influencia sobre el peso.

4.6. Estratificación

La estratificación de los datos según su origen, es fundamental para obtener conclusiones correctas. En realidad, la estratificación no es una técnica propiamente dicha, más bien es una metodología de trabajo compatible con cualquiera de las herramientas antes mencionadas.

Estratificar los datos consiste en dividirlos y clasificarlos según su procedencia, desagregando la información y realizando estudios separados para situaciones como: diferentes materias primas, diferentes máquinas, diferentes turnos de trabajo, etc. Evidentemente para que esto sea posible se requiere una cuidadosa planificación de la recogida de información.

Así, por ejemplo, un histograma elaborado con datos globales ocultaría dónde se localizan los problemas, mientras que una representación separada indicaría el foco del problema, si es que existe. Siguiendo este principio, el histograma que aparece en la **FIGURA 1** sólo se refiere a los envases procedentes de la máquina manual de la citada empresa. Se podría realizar el mismo estudio para las otras dos máquinas y comparar los resultados.

Este mismo principio de estratificación resulta enormemente útil en la construcción de los diagramas bivariantes. Si se representan conjuntamente dos variables, sin tener en cuenta su procedencia, es probable que no se manifieste ningún tipo de relación y se obtengan conclusiones engañosas. En este sentido, no sería lógico representar en un mismo diagrama de dispersión las variables “grado de humedad” y “peso” para los tres tipos de legumbres (garbanzos, alubias y lentejas) que envasa la citada empresa, sino que habría que representar por separado la situación de cada tipo de legumbre.

4.7. Gráficos de control

Los gráficos de control son la herramienta más poderosa del Control Estadístico de Procesos. Su finalidad es conseguir y mantener un proceso bajo control estadístico mediante la reducción sistemática de la variabilidad. Esta variabilidad de los procesos, puede ser debida a **causas**

aleatorias o a **causas asignables**. Las primeras son aquellas que forman parte de la variabilidad natural del proceso, como la variabilidad de la materia prima o la variabilidad de la maquinaria, mientras que las segundas se deben a variaciones irregulares que habrá que eliminar corrigiendo la causa. Un proceso que opera sólo con causas aleatorias se dice que está bajo control estadístico.

Mediante los gráficos de control se consigue controlar estadísticamente un proceso puesto que permiten observar si el proceso permanece estable o cambia a lo largo del tiempo. Estos gráficos reflejan las fluctuaciones de la producción comparándolas con unos límites previamente establecidos: los límites de control y la línea central. Se supone que el proceso está bajo control si todos los puntos representados se sitúan entre los límites de control, pero un punto fuera de los límites es una indicación de que el proceso puede estar funcionando mal.

Desde el punto de vista estadístico, un gráfico de control es una prueba de hipótesis donde la hipótesis nula es: $H_0 = \text{el proceso está bajo control}$. El contraste se realiza mediante un muestreo repetitivo y la obtención de algún estadístico (media, recorrido, varianza, desviación típica) para cada muestra.

Dependiendo de la característica de calidad estudiada y de los parámetros de la misma que se controlen, se pueden construir distintos gráficos de control. En cualquier caso, el modelo general tiene la forma²:

- * Límite superior de control: $LSC = \mu_T + k\sigma_T$
- * Línea central: $LC = \mu_T$
- * Límite inferior de control: $LIC = \mu_T - k\sigma_T$

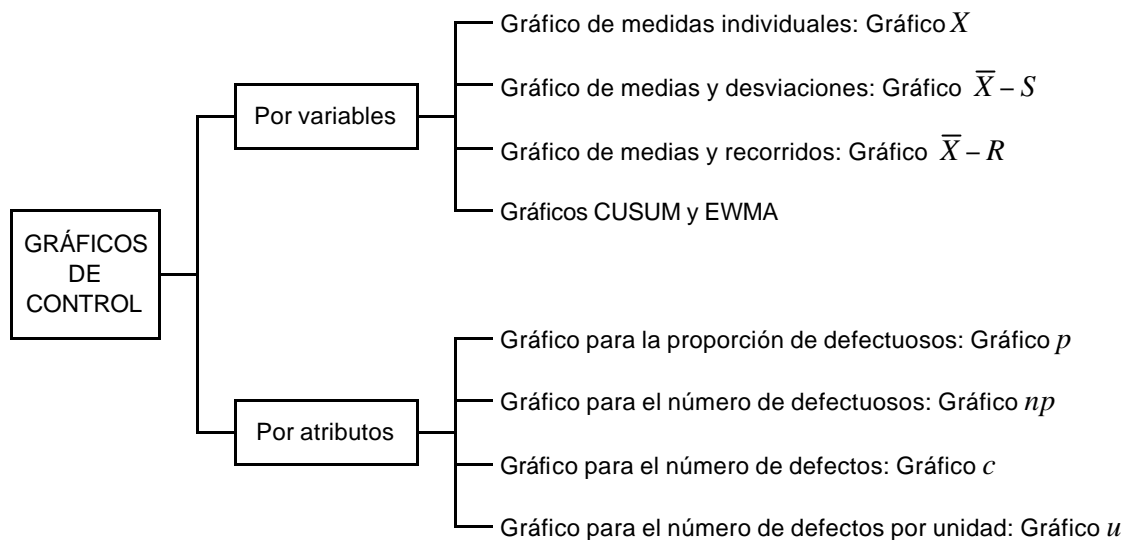
Siendo T el estadístico muestral que mide la característica de interés, μ_T la media de T y σ_T la desviación típica de T . Además, k es la distancia de los límites de control a la línea central, expresada en unidades de la desviación típica. Tradicionalmente, y bajo la hipótesis de normalidad, k se toma igual a 3, para garantizar una probabilidad de *error tipo I* (probabilidad

² Esta teoría general de los gráficos de control fue propuesta por primera vez por SHEWHART en 1924. La publicación en 1931 del libro de SHEWHART, *Economic control of quality of manufactured products*, marcó el inicio de Control Estadístico de Procesos.

de rechazar la hipótesis nula cuando es cierta) de $\alpha = 0'0027$. De esta manera, la probabilidad de que los puntos representados caigan fuera de los límites de control cuando el proceso opera bajo control es sólo de $0'0027$.

Cuando se estudian características medibles, se construyen los gráficos de control por variables y si la característica no es medible numéricamente, se utilizan los gráficos de control por atributos. La **FIGURA 3** recoge una clasificación de los tipos de gráficos más frecuentes:

FIGURA 3. Clasificación de los gráficos de control



No vamos a entrar aquí en un desarrollo exhaustivo de la teoría de los gráficos de control porque se necesitaría, sólo para ellos, bastante más amplitud que la que permite esta comunicación. Sólo queremos señalar un ejemplo sencillo que puede servir de punto de partida para un análisis más profundo.

En concreto, el gráfico $\bar{X} - R$ se usa para controlar la media de una característica de calidad junto con la dispersión de la misma. Primero, se construye un gráfico R , y si se concluye que la variabilidad está bajo control, entonces tiene sentido construir el gráfico \bar{X} . Para construir ambos gráficos se toman muestras de un tamaño n que dependerá de las condiciones del proceso productivo (los valores más frecuentes para n son 4 y 5) y se calculan las medias y recorridos de cada muestra. Después, se calcula la media de todas las medias muestrales, $\bar{\bar{X}}$ y la

media de todos los recorridos muestrales \bar{R} . A partir de estos valores se determinan los límites de control para cada gráfico, según las expresiones que se recogen en la tabla siguiente.

TABLA 3. Límites de control de los gráficos $\bar{X} - R$

	Gráfico de medias	Gráfico de recorridos
Límite superior de control	$LSC = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$	$LSC = D_4 \bar{R}$
Línea central	$LC = \bar{\bar{X}}$	$LC = \bar{R}$
Límite inferior de control	$LIC = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$	$LIC = D_3 \bar{R}$

Las constantes A_2 , D_3 y D_4 están tabuladas. Se presenta un extracto en la **TABLA 4**.

TABLA 4. Constantes para determinar los límites de control de los gráficos $\bar{X} - R$

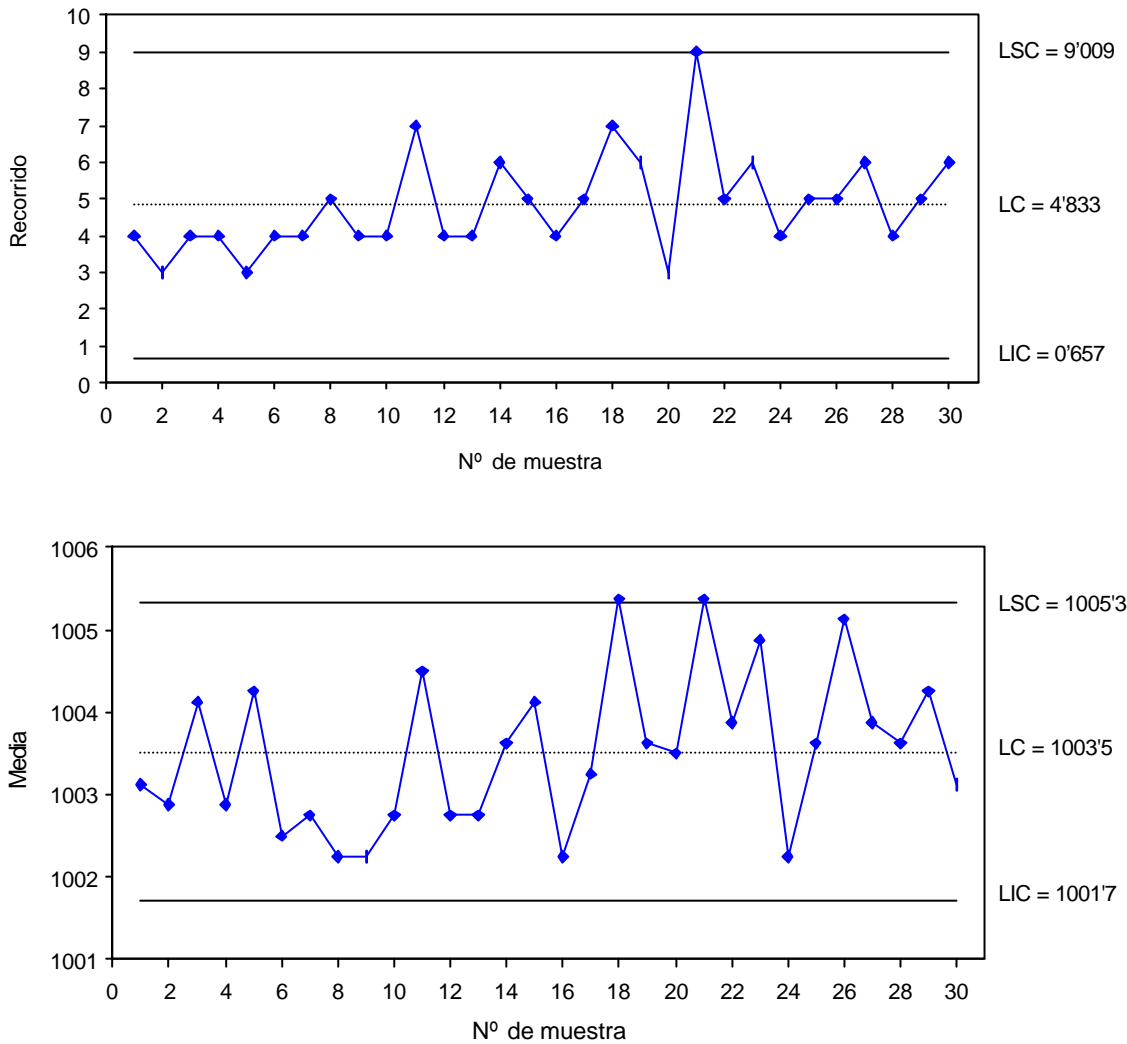
n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A_2	1'880	1'023	0'729	0'577	0'483	0'419	0'373	0'337	0'308
D_3	0	0	0	0	0	0'076	0'136	0'184	0'223
D_4	3'267	2'574	2'282	2'114	2'004	1'924	1'864	1'816	1'777

En la **FIGURA 4** se muestra un gráfico $\bar{X} - R$ para controlar la media y la variabilidad del peso de los envases de legumbres secas procedentes de la *máquina A* de nuestra empresa. Para construir este gráfico se han considerado 30 muestras de tamaño 8 tomadas a intervalos de 30 minutos. No obstante, hay que señalar que los límites que aparecen en los gráficos son sólo tentativos puesto que si se descubren causas asignables deben eliminarse las muestras correspondientes y proceder a calcular nuevos límites. Sólo cuando los límites permitan juzgar que el proceso se encuentra en control estadístico, se pueden considerar como límites definitivos y utilizarlos para controlar la producción futura.

Así, en el gráfico R de la **FIGURA 4**, se observa un punto fuera del límite de control superior, por lo que debería eliminarse la muestra correspondiente y recalcularse los límites. De forma análoga, se procedería con el gráfico \bar{X} , eliminando las muestras correspondientes a los puntos fuera de control, hasta conseguir un proceso estable. Para las muestras sucesivas se irían representando su media y recorrido en el gráfico de control del proceso. No obstante, los límites

de dicho gráfico deben revisarse periódicamente y siempre que se realice algún cambio en el proceso.

FIGURA 4. Gráfico $\bar{X} - R$ para el peso de las legumbres secas



5. Aplicación

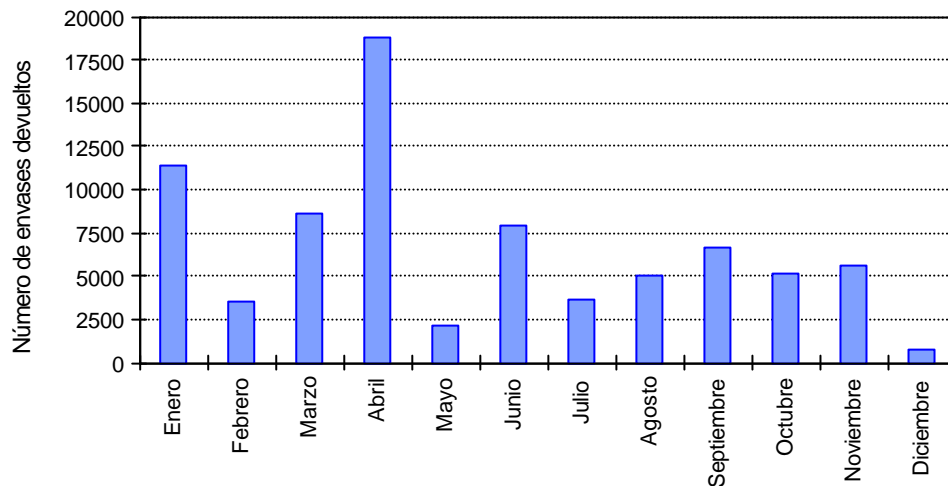
Una de las preocupaciones del director de calidad de la empresa agroalimentaria que nos ha servido de referencia para este estudio, se centra en reducir, en lo posible, el número de devoluciones de sus productos. Como ya se ha indicado, la empresa envasa y comercializa varios tipos de legumbres secas: garbanzos, lentejas y alubias. El envasado se realiza principalmente en bolsas de plástico y, aunque también envasa legumbres tiernas en tarros y en menor medida arroz, el punto fuerte de la empresa es el envasado de la legumbre seca.

La empresa dispone de un resumen mensual de las devoluciones habidas en el año 1999 para las tres modalidades de envasado señaladas: legumbres secas, legumbres tiernas y arroz. Por

ello, y a la vista de los resultados se propone hacer un estudio más detallado de los motivos de dichas devoluciones, centrandó especialmente la atención para las legumbres secas que representan su mayor volumen de negocio. En la **FIGURA 5** se representa la situación correspondiente al año 1999.

FIGURA 5. Distribución mensual de las devoluciones

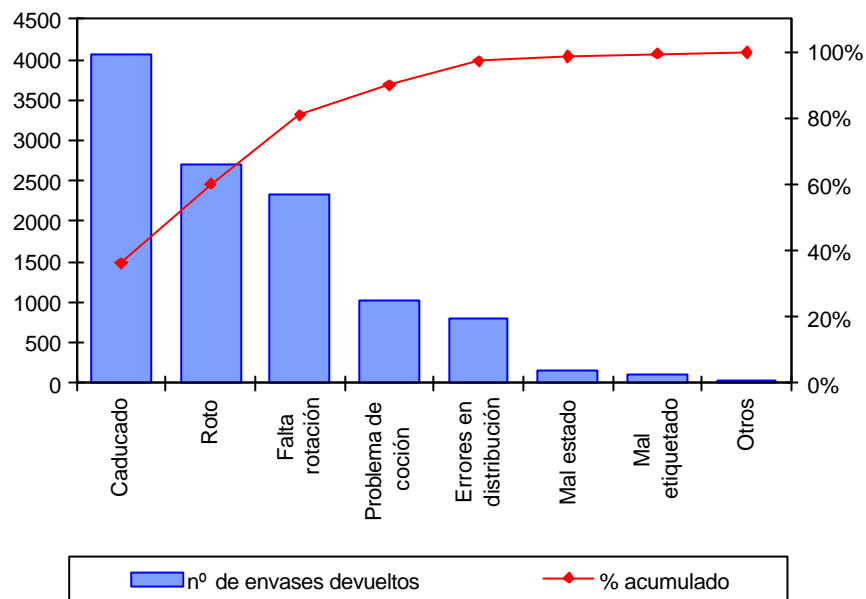
Envases de legumbres secas - Año 1999



Tomando esta información como punto de referencia, se procede a analizar lo que viene ocurriendo durante los tres primeros meses del año 2000 para obtener alguna conclusión relevante.

Puesto que se dispone de un registro donde se recogen las devoluciones que se han producido en esos meses y los motivos de las mismas, se realiza el correspondiente recuento. Además, los motivos de devolución se ordenan por orden de importancia (de mayor a menor) con el fin de realizar un gráfico de PARETO. Se crea una categoría de “otros”, en la que se engloban los motivos que tienen poca influencia y que se sitúa en último lugar. En la **FIGURA 6** se representa mediante un gráfico de PARETO la información relativa al periodo considerado.

FIGURA 6. Diagrama de PARETO para los motivos de devolución



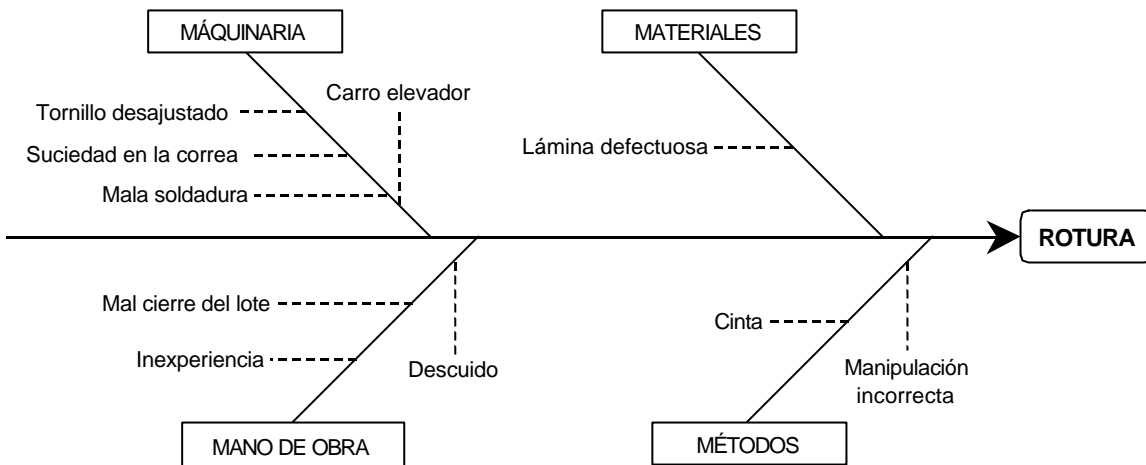
Al analizar el gráfico de PARETO, se pone de manifiesto que la mayoría de las devoluciones se producen por la rotura de los envases y porque éstos están caducados, por lo que dichos problemas deberían ser objeto de mayor atención.

Con el fin de identificar las posibles causas de estos problemas, el director de calidad y las personas de la empresa que conocen el funcionamiento del proceso de envasado, han aportado distintas ideas y opiniones sobre ellos. Ahora bien, considerando que no todas las devoluciones se producen a causa del funcionamiento interno de la empresa, se decide analizar con más detalle aquellas que tengan su origen en la propia empresa. Por tanto, hemos considerado que el problema o efecto a estudiar debería ser la rotura de los envases de legumbres secas.

Todas las causas apuntadas se han agrupado en bloques siguiendo los principios para la realización de un gráfico causa-efecto. La concreción de este diagrama se muestra en la **FIGURA 7**.

A la vista de los resultados, la empresa se ha propuesto contrastar si realmente las causas que parecen ponerse de manifiesto son realmente las que originan el problema. Es decir, las causas anotadas son, a priori, causas potenciales que hay que confirmar.

FIGURA 7. Diagrama causa-efecto para el estudio de las posibles causas de rotura



Por último, hay que señalar que el estudio realizado puede extenderse a un periodo temporal más amplio, o bien, se podría concretar por meses con el fin de comparar la situación de un mes a otro. Incluso sería conveniente proceder a un estudio de las devoluciones de legumbres secas detallando el tipo de legumbre (garbanzos, lentejas o alubias) para concretar y restringir más el problema.

6. Conclusiones

Como ya hemos señalado al comenzar esta comunicación, las empresas del sector agroalimentario, en su mayoría pequeñas y medianas empresas, necesitan adaptarse a las exigencias de un mercado cada vez más competitivo. Entre sus aspiraciones y retos se encuentra conseguir certificar su sistema de calidad, pues se da por hecho que, cuando una empresa posee tan ansiada certificación, ya no se cuestiona su calidad.

Para mantener su sistema de calidad, las empresas recogen gran cantidad de información y disponen de registros de la práctica totalidad de sus procesos. Pero en muchos casos se limitan a archivar los datos sin realizar ningún análisis, por lo que muchos problemas siguen sin descubrirse.

Creemos que las herramientas que hemos presentado, sin ser demasiado complejas, pueden servir de ayuda en el tratamiento de los datos pues ponen de relieve la verdadera situación. Así, un sencillo histograma ofrece una rápida visión de la dispersión de los datos y confirma si la producción se ajusta a las especificaciones. Un gráfico de PARETO identifica dónde se localizan la mayoría de los problemas, y el diagrama causa-efecto ofrece una visión rápida de las causas de los mismos. A su vez, los gráficos de control permiten mantener el proceso en control estadístico, reduciendo la producción de unidades defectuosas. Si todo lo anterior se realiza a partir de una correcta estratificación y clasificación de la información, las conclusiones que se obtengan conducirán, sin duda, a la deseada mejora de la calidad.

Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a Emilo Huerga Moreno, director de calidad de la empresa que nos ha servido de base para el estudio, por su ayuda desinteresada sin la cual la presente comunicación no hubiera sido posible.

Bibliografía

- DEMING, W. E. (1989): *Calidad, productividad y competitividad*. Madrid. Díaz de Santos.
- GRIMA CINTAS, P.; TORT-MARTORELL LABRÉS, X. (1995): *Técnicas para la gestión de la calidad*. Madrid. Díaz de Santos.
- ISHIKAWA, K. (1994): *Introducción al control de calidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- JURAN, J. M.; GRZYNA, F. M. (1995): *Análisis y planeación de la calidad*. México: McGraw-Hill
- MONTGOMERY, D. (1991): *Control estadístico de calidad*. México: Grupo Editorial Iberoamérica.
- NAVARRETE ÁLVAREZ, E. (1998): *Control estadístico de la calidad: control estadístico de procesos*. Granada: Adara.
- PRAT BARTÉS; A.; TORT-MARTORELL LABRÉS, X.; GRIMA CINTAS; P.; POZUETA FERNÁNDEZ, L. (1997): *Métodos estadísticos: control y mejora de la calidad*. Barcelona: UPC.
- RIVERA VILAS; L. M. (1995): *Gestión de la calidad agroalimentaria*. Madrid: Mundi-Prensa.
- WADSWORTH, H. M.; STEPHENS, K. S.; GODFREY, A. B. (1986): *Modern methods for quality control and improvement*. New York: John Wiley & Sons.

JULIÁ IGUAL, J. F.; SERVER IZQUIERDO, R. J. (1999): "Control de gestión en las empresas agrarias". *Estudios agrosociales y pesqueros*, nº 185. pp. 31-55.

ZIEMER, T. L. (1993): "Graphical methods for process control". *Handbook of Statistic*, Vol 9. pp. 999-1019.