

17
Sej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Química



EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUÍMICA

MUESTREO INDUSTRIAL POR ATRIBUTOS

PARA PRODUCTOS ALIMENTICIOS

T E S I S

Que para obtener el título de

QUÍMICA DE ALIMENTOS

p r e s e n t a

MARIA ADELA HERNANDEZ FLORES



México, D. F.

1999

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

271217



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**MUESTREO INDUSTRIAL POR ATRIBUTOS
PARA PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

MARÍA ADELA HERNÁNDEZ FLORES
U.N.A.M. 1999

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE	Profr. I.Q. Federico Galdeano Bienzobas
VOCAL	Profra. Q.F.B. María de Lourdes Gómez Ríos
SECRETARIO	Profr. I.Q. Miguel Angel Hidalgo Torres
1er.SUPLENTE	Profra. Q.F.B. Aurora Irma Ortegón Ávila
2do.SUPLENTE	Profra. Q.F.B. Ruth Villaseñor Gutiérrez

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

Bibliotecas de la UNAM

ASESOR:

I.Q. Federico Galdeano Bienzobas

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'F. Galdeano', written over a horizontal line.

SUSTENTANTE:

María Adela Hernández Flores

***En agradecimiento a mis padres
por haber colaborado plenamente
en la realización de mi carrera
profesional:***

JOSÉ ANTONIO y ROSALÍA

A mis hermanas:

DOLORES , FELISA ,

SUSANA y BETI

A

CHAGÜITA

***Con inmensa gratitud a mis
maestros, de manera especial:***

I.Q. FEDERICO GALDEANO BIENZOBAS

Q.F.B. MARÍA DE LOURDES GÓMEZ RIOS

I.Q. MIGUEL ANGEL HIDALGO TORRES

A mis amigos ...

CONTENIDO

	Introducción	1
	Justificación	2
	Objetivo	2
Capítulo I	Bosquejo histórico	3
Capítulo II	Principios de muestreo estadístico	6
Capítulo III	Muestreo y elementos que influyen en un plan de muestreo	18
Capítulo IV	Tablas de muestreo por atributos	31
Capítulo V	Conclusiones	67
	Comentarios	69
	Bibliografía	70
Apéndice	Tabla Distribución Poisson	
	Tablas STD-MIL-105D	
	Tablas Dodge-Romig	
	Tablas USDA	
	Tablas ICMSF	

ABREVIATURAS

CA ó LQ Calidad limitante.

CO Curva Característica de Operación.

FDA Food, Drugs and Cosmetic Administration.

ICMSF International Commission on Microbiological Specifications for Foods.

LCMS ó AOQ Límite de calidad promedio de salida o Average outgoing quality Limit.

MPN Número de microorganismos presentes.

n Tamaño de la muestra.

N Tamaño del lote.

NA Número de aceptación

NCA ó AQL Nivel de Calidad Aceptable o Acceptable Quality Level.

NCT ó LTPD Nivel de calidad Tolerable o Lot Tolerance Per Cent Defective

ND Número de unidades defectuosas.

ND₁ Número de unidades defectuosas en la primera muestra.

ND₂ Número de unidades defectuosas en la segunda muestra.

ND_x Número de unidades defectuosas en la x – ésima muestra.

ND₁₂ El total del número de unidades defectuosas tanto en ND₁ y ND₂.

NR Número de rechazo.

p Promedio del proceso

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Para efectuar un muestreo industrial a un lote de alimentos, es necesario conocer que tipo de plan de muestreo se le va a aplicar, en este caso sólo se estudiará muestreo por atributos, y esto se hace gracias a la existencia de tablas de muestreo industrial, usadas para productos alimenticios, que nos guían para obtener un resultado de rechazo o aceptación de un lote.

Para cumplir con lo anterior se revisan conceptos estadísticos que ayudan a entender la información que se proporcione al estudiar los diferentes tipos de muestreo y los elementos que influyen en un plan de muestreo y en particular al muestreo por atributos.

Además se incluyen las diferentes tablas de muestreo por atributos para alimentos, donde se pretende proporcionar información para conocerlas, utilizarlas y aplicarlas, dando un ejemplo de cada una.

Es necesario conocer cómo se ha de utilizar cada plan de muestreo al aplicar un muestreo por atributos y qué hay que hacer para poder aceptar o rechazar un lote de alimentos, qué tipo de tabla es recomendable emplear para dicho lote, cuál es su propósito, qué ofrece, cuál es su aplicación, cuál es la terminología usada en dicha tabla, cuáles son los pasos a seguir, estas y otras preguntas son las que se intentarán responder a lo largo de esta tesis.

JUSTIFICACION

OBJETIVO

JUSTIFICACIÓN

En años recientes los productores y los consumidores han tenido la necesidad de fabricar y adquirir respectivamente los mejores artículos, por tanto han recurrido al uso de planes de muestreo que hagan fácil la detección de unidades defectuosas existentes en un lote.

Cada vez se requieren planes de muestreo que sean más rápidos y baratos (respecto al número de personal que labora y el número de unidades por destruir) de ahí la necesidad de elaborar tablas de muestreo que faciliten la decisión de aceptación o rechazo de un lote.

Es por lo anterior, que se hace indispensable dar a conocer los diferentes tipos de muestreo por atributos, que son apoyados por tablas de muestreo, siendo estas tablas algunas de las que se utilizan en la industria de alimentos y que aún son desconocidas para algunos sectores de esta importante industria.

Es entonces que el conocimiento de estos planes de muestreo por atributos será valioso ya que cada uno tiene diferente función y diferente aplicación para cada alimento.

OBJETIVO

Conocer las tablas de muestreo como instrumento de apoyo para obtener muestreo industrial por atributos en productos alimenticios.

CAPÍTULO I
BOSQUEJO HISTÓRICO

CAPÍTULO I

BOSQUEJO HISTÓRICO

El hombre al iniciar la producción manual advierte la presencia de productos con defectos y de aquellos que no los tienen.

En la Edad Media los artesanos habían establecido un largo periodo de adiestramiento a los aprendices para evitar pérdidas al hacer mal las cosas.

En los tiempos modernos la inspección e investigación en las fábricas, las leyes relativas a la pureza de alimentos y medicamentos y las actividades de las sociedades profesionales, han buscado y siguen buscando la buena calidad en la producción.

El control estadístico de calidad es "casi nuevo". La ciencia estadística cuenta con dos o tres siglos de vida, su desarrollo más importante ha sido en los últimos setenta años. Sus primeras aplicaciones fueron en astronomía, física, ciencias biológicas y sociales, pero fue hasta la década de los veinte, cuando la teoría estadística comenzó a ser aplicada en el control de calidad. Un factor del nacimiento del control estadístico de calidad de esa época, fue el desarrollo de una teoría científica del muestreo. (Duncan:1989:1)

Walter A. Shewhart, de los Bell Telephone Laboratories, fue el primero en aplicar los nuevos métodos estadísticos al problema del control de calidad.

El 16 de mayo de 1924, Shewhart hizo el primer esbozo de un moderno "diagrama de control". (Industrial Quality Control:julio 1947: pág. 23)

En 1931 publicó acerca del control estadístico de calidad, con el título de Economic Control of Quality of Manufactured Product. (Nueva York:D. Van Nostrand:1931)

Bell System, H.F. Dodge y H.G. Romig, fueron los más destacados en el desarrollo de la aplicación de la teoría estadística a la inspección de muestras, siendo la culminación de su trabajo las muy conocidas Sampling Inspection Tables de Dodge-Romig que constituyen la mayor parte de lo que hoy abarca la teoría del control estadístico de calidad.

En la década de 1930, estos investigadores del Bell System, en colaboración con la American Society for Testing and Materials (ASTM), la American Standards Association (ASA) y la American Society of Mechanical Engineers (ASME), emprendieron la tarea de divulgar los nuevos métodos estadísticos en Estados Unidos.

En 1937, las industrias de producción introdujeron la nueva técnica en sus operaciones normales.

La apatía inicial de la industria norteamericana hacia el control estadístico de calidad fue abandonada durante la segunda guerra mundial.

El inicio del conflicto en 1939, obligó a Estados Unidos a pensar en la defensa nacional. Esto significaba un incremento notable del personal militar y el material bélico. Las fuerzas armadas se convirtieron en consumidores potenciales, por lo que se tuvo la necesidad de utilizar normas de calidad.

La influencia de las autoridades en lo que respecta a la adopción del control estadístico de calidad fue de dos tipos: En primer lugar, los servicios militares adoptaron procedimientos científicamente ideados para la inspección por muestreo. El paso inicial en este desarrollo de los procedimientos militares para la inspección por muestreo, se realizó poco después de la entrada de Estados Unidos en la guerra. El general Leslie E. Simon hizo un llamado a un grupo de ingenieros de los Bell Telephone Laboratories para elaborar un programa de inspección por muestreo para el Servicio de Municiones del Ejército. Elaboraron tablas para la inspección por muestreo para ese servicio.

En diciembre de 1940 la American Standards Association inició a petición de la Secretaría de Guerra, un proyecto que se concretó en los American War Standards llamado Guía para el control de calidad durante la producción.

El grupo de Investigaciones Estadísticas de la Universidad de Columbia, fue organizado en julio de 1942 y continuó hasta septiembre de 1945, asesoró y ayudó al ejército y armada en los aspectos estadísticos. Entre sus contribuciones al control estadístico de calidad fue la elaboración de los manuales para la Armada relativos a la inspección de muestras por atributos, que más tarde habría de ampliarse, siendo explicados sus principios en el libro *Sampling Inspection* (Inspección por muestreo). Una de las aportaciones más importantes al control estadístico de calidad, la constituyó el desarrollo del llamado muestreo secuencial, por el profesor A. Wald.

Todo esto llevó a un uso creciente del control estadístico de calidad en los últimos años de guerra. Poco después de terminada la guerra, se construyó el organismo nacional conocido como American Society for Quality Control (ASQC).

En gran Bretaña el desarrollo del control estadístico de calidad fue paralelo y llegó a combinarse con el de Estados Unidos.

British Standards Institute estableció un pequeño comité encargado de Métodos Estadísticos en la Estandarización y la Especificación, en la que figuraban Egon Pearson, Dudding y representantes de diversas industrias británicas. Un resultado fue la norma BS 600-1935 *The Application of Statistical Methods to Industrial Standardization and Quality Control*, que llevó el nombre de Egon Pearson.

Una descripción de los orígenes del control estadístico de calidad en Gran Bretaña se tiene en el artículo de E.G. Pearson en *The Statistician* 22: 1973:págs. 165-178.

La respuesta de la industria británica a los nuevos métodos estadísticos fue rápida y amplia. En 1937 se aplicaba a productos como hulla, coque, hilados, tejidos de algodón, tejidos de lana, cristales para anteojos, lámparas, material para construcción y productos químicos.(Freeman:1937:231)

Las técnicas de control de calidad se extendieron a otros países. Bajo la dirección del Dr. W. Edwards Deming, el control de calidad en Japón ha evolucionado hasta convertirse en uno de los mejores del mundo. En Europa se formó la Organización Europea para el Control de Calidad. El Comité Técnico 69 para Aplicaciones de los Métodos Estadísticos de la Organización Internacional de Normalización (ISO International Organization for Standardization) tiene como misión emitir normas para planes de muestreo y diagramas de control, y en la actualidad en casi todas las naciones industrializadas utilizan los métodos estadísticos para el control de calidad. En México, en los últimos años, también surge la necesidad de conocer y aplicar el control estadístico de calidad, para contar con productos de calidad en el mercado nacional y extranjero.

Después de los diagramas de control y los planes de muestreo, otras técnicas, como las de correlación, análisis de varianza y diseño de experimentos, han llegado a ser de uso común en laboratorios industriales y en departamentos de investigación.

El incremento del consumo de alimentos ha llevado a la creación de nuevas normas y planes de muestreo para asegurar cada producto, como es el caso de los planes de muestreo realizados por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, que son para producto terminado y semiterminado y también los planes elaborados por la ICMSF (The International Commission on Microbiological Specifications for Foods; of the International Association of Microbiological Societies) , planes a nivel microbiológico.

La elaboración de nuevos planes de muestreo se seguirá dando conforme avance la ciencia y la tecnología, por lo que debemos estar a la vanguardia y pendientes de las nuevas investigaciones para así, tomar, adaptar y crear las técnicas que se acomoden más a nuestras necesidades.

CAPÍTULO II

PRINCIPIOS DE MUESTREO ESTADÍSTICO

CAPÍTULO II

PRINCIPIOS DE MUESTREO ESTADÍSTICO

Estadística

Es conocida como la ciencia de las mediciones. Es una de las disciplinas de mayor valor que se utiliza en control de calidad en la industria; representa una transición entre la estadística pura y las realidades de las prácticas industriales.(Feigenbaum:1993:380)

Los métodos estadísticos que se aplican en calidad no se presentan como ciencia exacta, ya que está influenciada por algunos factores como relaciones humanas, condiciones tecnológicas, consideraciones sobre costos, entre otros.

En la industria lo que se estudia estadísticamente es la variación de la calidad del producto, por lo que se debe revisar constantemente:

- a) Dentro de los lotes al producto.
- b) Equipos de proceso.
- c) Diferentes lotes de un mismo artículo.
- d) Características críticas de calidad y estándares.
- e) Desarrollo de nuevos artículos.

POBLACIÓN

Cualquier colección finita o infinita de individuos . La población es un conjunto de N unidades y a cada unidad se le asocia una variable que sea de interés.

$P = \{ n_1, n_2, \dots, n_N \}$ P=Población con N unidades.

$Y_{(n_i)} = Y_i$ Y_i = Unidad i que se le asocia Y - variable.

MUESTRA

La muestra es un subconjunto de n unidades de la población. Este subconjunto se obtiene con probabilidades conocidas de toda la población. El tamaño de la muestra se representa como "n".

LOTE

Colección de unidades del producto del cual se tomará una muestra y se estudiará.

El tamaño de lote o conjunto es el número de unidades del producto que forman el lote o conjunto.

Se representa generalmente como "N".

DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIA

Se define como la tabulación o el registro del número de veces que presenta una medición la característica de calidad dentro de la muestra de un producto que se examina.

El uso industrial ha designado a esta forma de tabulación, Curva de distribución de frecuencias o simplemente **distribución de frecuencias**.

A el número de veces que se repita cada lectura se le llama **frecuencia de ocurrencia**.

El **histograma** es una forma de representar una distribución de frecuencias en forma gráfica. Esta herramienta estadística pone de manifiesto la tendencia central y la dispersión a lo largo de la escala medida.

La mayoría de las distribuciones de frecuencia presentan una tendencia central, es decir, una forma tal que el número de las observaciones se agrupan en una zona limitada por dos extremos.

Tres son las principales medidas de la tendencia central:

1) **Media aritmética** – Es la más utilizada en control de calidad, por ejemplo se emplea para indicar el tamaño medio, producción media, porcentaje medio de piezas defectuosas.

La media se calcula sumando las observaciones y dividiendo el resultado por el número de observaciones.

2) **Mediana** – Valor situado en el medio cuando se ordenan los resultados según su magnitud. Se usa para reducir el efecto de los valores extremos.

3) **Moda** – Valor que se presenta con mayor frecuencia en los datos, se usa para distribuciones sumamente sesgadas.

Medidas de dispersión:

Los datos se distribuyen siempre alrededor de la zona de tendencia central, y el alcance de esta diseminación se denomina **dispersión**.

La medida de variación más importante es la desviación estándar.

$$s = \left(\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1} \right)^{1/2}$$

s= desviación de la muestra

Σ =suma

x= valores observados

\bar{x} = media aritmética

n=número de observaciones

También esta la varianza s^2 . Dispersión o variabilidad en una distribución.
Si la $s^2=0$ no hay variabilidad en la muestra.

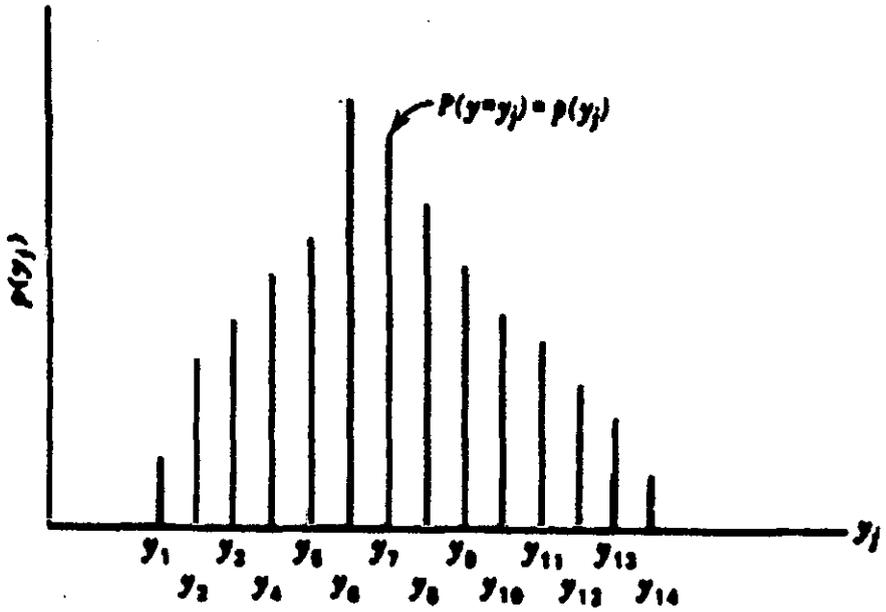
DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD

El objetivo es obtener una representación matemática del problema, el cual puede ser analizado para hacer inferencias y pronósticos referentes a un fenómeno, es decir, relaciona los valores de una característica con su probabilidad de ocurrencia en la población.

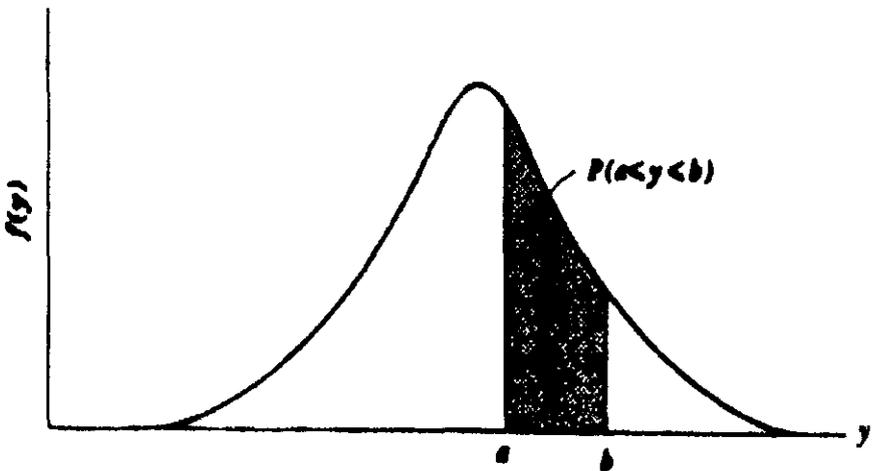
Hay dos tipos de distribuciones. Discretas y continuas.

a)Continua.- Encuentra probabilidades asociadas con la ocurrencia de los valores reales de la característica, entre estas se encuentran la distribución Weibull, distribución Exponencial, distribución Normal.

b)Discreta- Cuando la característica que se mide sólo puede tomar ciertos valores.
Existen tres distribuciones de probabilidad que se aplican directamente al muestreo por atributos: distribución Hipergeométrica, distribución Binomial y distribución Poisson.



(a) Distribución discreta



(b) Distribución continua

DISTRIBUCIÓN BINOMIAL

Un experimento binomial es aquel que tiene las siguientes características: (Mendenhall:1986:78)

1. El experimento consta de n pruebas idénticas.
2. Cada prueba tiene dos resultados posibles. Se llamará a uno el éxito E y al otro el fracaso F .
3. La probabilidad de tener éxito en una sola prueba es igual a p , y permanece constante de prueba en prueba. La probabilidad de un fracaso es igual a $(1-p)=q$.
4. Las pruebas son independientes.
5. La variable aleatoria bajo estudio es Y , el número de éxitos observados en las n pruebas.

Ejemplo:

La proporción de artículos encontrados en un envío. Entonces la proporción de ocasiones en que un evento ocurrirá x veces y no ocurrirá $n-x$ veces en un total de n pruebas.

$$P = \left[\frac{n!}{(n-x)! x!} \right] p^x (1-p)^{n-x} = p(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$$

x = puede tomar cualquier valor entero.

DISTRIBUCIÓN POISSON

Cuando la probabilidad de que un evento ocurra, es muy pequeño pero el tamaño de la muestra es tan grande que el evento puede ocurrir algunas veces, la distribución Binomial se aproxima a la distribución Poisson.

En una distribución Poisson la frecuencia con que un evento pueda ocurrir x veces esta dada por :

$$P(x) = \frac{(\lambda^x e^{-\lambda})}{x!}$$

DISTRIBUCIÓN HIPERGEOMÉTRICA

Modelo probabilístico apropiado para seleccionar una muestra aleatoria de n artículos sin reposición de un lote de N artículos, de los cuales D son disconformes o defectuosos.

$$Y = \left[\binom{D}{x} \binom{N-D}{n-x} \right] / \binom{N}{n}$$

x = representa el número de artículos disconformes encontrados en la muestra.

CURVA CARACTERÍSTICA DE OPERACIÓN

La curva de operación para un plan de muestreo por atributos, es una gráfica que representa la fracción de unidades defectuosas del lote en función de la probabilidad de que un plan de muestreo acepte el lote. (Juran, Manual de calidad, 1990)
Representa los riesgos inherentes a un plan de muestreo en particular.

Cada curva empieza con un porcentaje de aceptación igual al 100% y un porcentaje defectuoso igual a cero.

Conforme aumenta el porcentaje de defectuosos disminuye el porcentaje de aceptación.

La pendiente relativa de cada curva mide la capacidad del plan para diferenciar entre los distintos niveles de calidad y relacionarlos con el costo y la inspección.

En la práctica sin embargo, la curva de operación en un plan de muestreo no es la ideal. Para la construcción de la curva característica de operación en un plan de muestreo sencillo, la N representa el tamaño de l lote, n el tamaño de la muestra y c el número de aceptación ; donde n es una muestra aleatoria seleccionada del lote N ; si el número observado de artículos inconformes son menores o igual a c el lote es aceptado, de otra forma el lote es rechazado.

La curva característica de tipo A es construida tomando en cuenta que la muestra es seleccionada de un lote aislado de un tamaño finito.

Esto puede ser interpretado como la proporción de lotes que serán aceptados, en una serie finita de lotes, todos idénticos.

La probabilidad de aceptación de un lote se calcula basada en la distribución hipergeométrica. La probabilidad de encontrar artículos no conformes en una muestra esta dada por:

$$P(x) = \binom{D}{x} \binom{N-D}{n-x} / \binom{N}{n} \quad \dots \quad (a)$$

Donde D representa el número de artículos no conformes en el lote. Sin embargo el lote será aceptado, si c o menos artículos se encuentran como inconformes, la probabilidad de aceptación es:

$$P_a = P(x \leq c) = \sum_{x=0}^c P(x)$$

Donde $P(x)$ esta dada por la ecuación (a)

La curva característica de operación Tipo B es construída asumiendo que es una producción continua de lotes; que por el proceso y el tamaño de lote es grande, comparada con el tamaño de muestra, puede ser usada la distribución Binomial para encontrar la probabilidad de observar artículos inconformes en un tamaño de muestra n , tomando en cuenta que la proporción de inconformes en un lote es p , esta probabilidad esta dada por:

$$P(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x} \dots (b)$$

La probabilidad de aceptación es entonces:

$$P_a = P(x \leq c) = \sum_{x=0}^c P(x)$$

$P(x)$ Esta dada por la ecuación (b).

Alternativamente la probabilidad binomial acumulativa puede ser usada para evaluar apropiadamente los parámetros n y p .

Cuando el tamaño de lote es grande y la probabilidad de unidades inconformes es pequeña, la distribución Poisson puede ser usada como una aproximación de la distribución binomial.

$$P_a = P(x \leq c) = \sum P(x)$$

La probabilidad de x unidades inconformes encontradas en una muestra entonces es:

$$P(x) = \lambda^x e^{-\lambda} / x! \dots (c)$$

Donde $\lambda = np$ representa un número promedio de artículos inconformes en la muestra.

La probabilidad de aceptación de un lote, puede ser encontrada como:

$$P_a = P(x \leq c) = \sum_{x=0}^c P(x)$$

Donde $P(x)$ esta dada por la ecuación (c).

En este caso la distribución Poisson puede ser usada para encontrar probabilidades asociadas con la aceptación del lote de un plan de muestreo , siempre que sea apropiado.

Sin embargo, el tamaño de muestra y al evaluar la fracción inconforme (p) cuando se está interesado en que sea pequeña, la distribución Poisson provee una aproximación razonable.

Ejemplo:

Considerar un plan de muestreo simple con un tamaño de lote $N=2000$, tamaño de muestra $n=50$ y el número de aceptación $c=2$. Construir la curva de operación para el plan.

Si se toma en cuenta $N=2000$

$$n=50$$

$$c=2$$

La probabilidad de aceptación es equivalente a la probabilidad de obtener 2 ó menos artículos inconformes de la muestra. La distribución de probabilidad Poisson es usada para obtener la probabilidad de aceptación de un lote para los diferentes valores de la fracción inconforme p .

$p=0.02$ (2% de inconformidad)

Entonces $\lambda = np = 50(0.02) = 1.0$

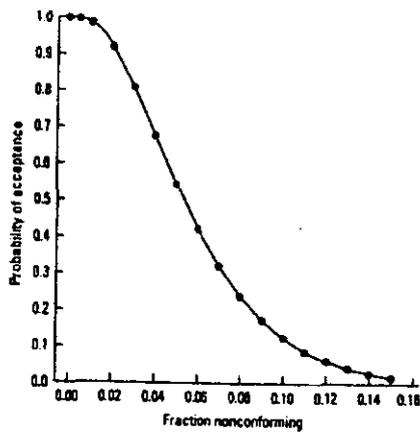
La probabilidad de aceptación P_a del lote con las especificaciones anteriores es $P_a=0.920$, se obtiene usando la tabla Poisson. (Ver apéndice)

En la tabla siguiente se muestran valores de P_a para varios valores de P . En algunas situaciones los valores de la probabilidad son interpolados linealmente. Esta es la curva característica de operación para este plan.

Tabla : Cálculos de la probabilidad de aceptación de un lote para los diferentes valores de la fracción inconforme , para el plan N=2000, n=50 y c=2

FRACCIÓN INCONFORME, p	np	PROBABILIDAD DE ACEPTACIÓN, Pa
0.00	0.00	1.000
0.005	0.25	0.997
0.01	0.50	0.986
0.02	1.00	0.920
0.03	1.50	0.809
0.04	2.00	0.677
0.05	2.50	0.544
0.06	3.00	0.423
0.07	3.50	0.321
0.08	4.00	0.238
0.09	4.50	0.174
0.10	5.00	0.125
0.11	5.50	0.088
0.12	6.00	0.062
0.13	6.50	0.043
0.14	7.00	0.030
0.15	7.50	0.020

Curva Característica de Operación del Plan de Muestreo N=2000, n=50 Y c=2



El poder de discriminación del plan de muestreo $N=2\ 000$, $n=50$ y $c=2$ es observado de la curva de operación anterior.

Se observa de la lista de valores calculados que cuando es 1% de inconformidad, la probabilidad de aceptación del lote es 0.986, esto significa que en promedio, cerca de 986 y 1000 puede ser aceptado como conjunto por el plan de muestreo.

Cuando la calidad del lote es mala, la probabilidad de aceptación del lote decrece como se muestra.

La pendiente cae en la probabilidad de aceptación del lote, el lote es de mala calidad, la mayor fuerza de discriminación del plan de muestreo .

PRUEBA DE HIPÓTESIS

Estas pruebas ayudan a contestar las preguntas qué diferencias hay entre productos de un tipo elaborados por distintos fabricantes, diferencias entre técnicas analíticas por distintos laboratorios, cuáles son realmente importantes y cuáles se deben sólo al azar.

La hipótesis estadística es una suposición acerca de algún parámetro estadístico (media, desviación estándar de una población o muestra).

Dependiendo del parámetro se emplea una distribución teórica de frecuencias para extraer de ella las probabilidades de aparición del parámetro por azar y comparar con la probabilidad calculada real.

Elementos de una prueba estadística.

- 1.Hipótesis Nula H_0 .
- 2.Hipótesis Alternativa H_a o de estudio.
- 3.Estadística de la prueba.
- 4.Región de rechazo.

H_0 (hipótesis nula) Hipótesis que se desea probar .

H_a (hipótesis alternativa) Hipótesis de estudio; es normalmente la hipótesis que se desea apoyar con base en la información contenida en la muestra.

Estadística de la prueba (estimador) Es una función de las mediciones muestrales en el cual se fundamenta la decisión estadística.

Región de Rechazo (RR) Especifica los valores del estadístico de la prueba, para los cuales se rechaza la H_0 .

Valor del estadístico → RR → Rechazar H_0



Aceptar H_a

En cualquier región de rechazo fija se pueden cometer dos tipos de errores al llegar a una decisión.

ERROR TIPO I (α) P (Rechazar H_0 , siendo verdadera H_0)

Probabilidad (de que el valor del estadístico de la prueba se localice en la región de rechazo, cuando es verdadera H_0)

$\alpha = P(\text{Rechazar } H_0 \mid H_0 \text{ es verdadera})$

ERROR TIPO II (β) P (Aceptar H_0 cuando es verdadera H_a)

Probabilidad (de que el valor estadístico de la prueba no esté en la región de rechazo siendo verdadera H_a)

$\beta = P(\text{Aceptar } H_0 \mid H_0 \text{ es falsa})$

Las probabilidades de cometer estos dos tipos de errores, miden el riesgo asociado con las dos posibles decisiones equivocadas que podrían resultar de una prueba estadística.

En un muestreo por aceptación hay dos tipos de riesgo inherentes a cualquier plan de muestreo en el cual la decisión con respecto a un lote se basa en la información de la muestra.

RIESGO DEL PRODUCTOR (Error tipo I, α)

Este riesgo está asociado con el rechazo de un lote de "buena" calidad.

Generalmente se desea aceptar lotes con este nivel de calidad.

Este nivel de calidad se evalúa por el nivel de calidad aceptable (AQL), es la definición numérica de un lote bueno, asociado con el riesgo del productor.

RIESGO DEL CONSUMIDOR (Error tipo II , β)

Este es el riesgo de aceptar el "peor" lote.

Rara vez se desea aceptar lotes teniendo el peor nivel de calidad.

El valor numérico del peor esta referido al nivel de calidad limitante (LQL), ésta es la definición numérica del peor lote, asociado con el riesgo del consumidor.

Ejemplo:

El riesgo del productor para dicho alimento es 5 % con un NCA=0.02 ó 2% esto significa que se puede considerar un lote "bueno" donde hay 2 % de inconformidad y rechazar cuando los defectos superen el 5% de lo establecido en un principio.

Suponer que el riesgo del consumidor = 10% y el NCL= 0.08 ú 8% esto implica que el lote donde haya un 8% de inconformes es el peor y se prefiere aceptar estos lotes cuando no supere el 10% de lo establecido en un principio.

CAPÍTULO III

MUESTREO Y ELEMENTOS QUE INFLUYEN EN UN PLAN DE MUESTREO

CAPÍTULO III

MUESTREO Y ELEMENTOS QUE INFLUYEN EN UN PLAN DE MUESTREO

MUESTREO

Mediante el proceso de muestreo, lo que se desea hacer es una inferencia, específicamente una estimación de un parámetro de una población finita. (Méndez Ignacio: 1976: 1-2)

Las técnicas de muestreo se utilizan con mucha frecuencia cuando se quiere conocer cuáles son las características generales de una población con una confiabilidad determinada.

El muestreo industrial tiene como principal propósito dar a conocer la calidad de un lote de productos o controlar un proceso.

Muestreo por aceptación se puede aplicar en la entrada de materiales, componentes o maquinaria, en varias fases de un proceso u operaciones o a un producto terminado.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL MUESTREO COMPARADO CON UNA INSPECCIÓN AL 100%

Ventajas

1. Costos que se derivan al someter a inspección una parte del producto.
2. Se causan menos daños durante la inspección de los productos.
3. Se requiere menos personal, simplificando el problema de reclutamiento y formación.
4. Es más rápido el trabajo de inspección al hacer lote por lote que pieza por pieza.
5. Permite rechazar lotes completos a los proveedores en lugar de limitarse a devolver las unidades defectuosas, provocando así una mejora.
6. Se pueden aplicar ensayos destructivos, con nivel de seguridad cuantificado respecto a la calidad del lote.

Desventajas

1. Existe el riesgo de aceptar lotes “malos” por lotes “buenos”.
2. Exige planificación y documentación.
3. La muestra suele proporcionar menos información acerca del producto que una inspección al 100%.

PLAN DE MUESTREO

Es una forma de estudiar a una población dependiendo de sus características y resultados a obtener.

Existen dos tipos de planes de muestreo:

1. Plan de muestreo por atributos
2. Plan de muestreo por variables

Para aplicar un plan de muestreo por atributos o un plan de muestreo por variables se deben tomar en cuenta los siguientes parámetros:

A. CALIDAD DE INFORMACIÓN

- Cuantitativa (variables)
- Cualitativa (atributos)

B. PROPÓSITO

- Mediciones numéricas de la calidad
- Aceptación o Rechazo

C. NATURALEZA DEL MATERIAL

- Tamaño unitario
- Homogeneidad
- Historial
- Costo

D. NATURALEZA DEL MÉTODO O PRUEBA

- Destructivo o no destructivo
- Costo
- Importancia del método

E. NATURALEZA DEL LOTE

- Tamaño o número de unidades que lo conforman
- Presentación
- Sistema de carga

A.B. Calidad de Información y Propósito

Cuantitativa (variables)

El producto se evalúa según una escala de medidas. Ejemplo: Peso, altura o volumen. Se especifica el número de artículos en la muestra y el criterio para juzgar los lotes cuando se obtienen datos de las mediciones respecto a la característica de calidad que interesa.

Se basan generalmente en la media y la desviación estándar muestrales de la característica de calidad.

Con este tipo de información se logra conseguir :

- Una mayor cantidad de información referente a características del proceso productivo.
- El número de unidades a inspeccionar es menor comparado con un plan de muestreo por atributos.
- Los resultados y deducciones obtenidas son de mayor evidencia y se prestan a menos críticas y protestas por parte del proveedor.

Cualitativa (atributos)

Expresan características de calidad en forma de aceptación o rechazo. Ejemplo: Defectos como abolladuras, áreas descoloridas, entre otros.

Para obtener esta información se necesita:

- Personal menos calificado y de preparación más rápida.
- Las mediciones a realizar son más simples por lo que están menos expuestas a error.
- Los instrumentos de medida son menos costosos.
- Tiempo de medición es menor.
- Se toman en consideración varias características significativas del producto.
- Los procedimientos de control de características son sencillos y rápidos.

C. Naturaleza del material

Se refiere a las características que presente dicho producto así como a los antecedentes.

- Tamaño unitario.- Proporciona características físicas que ayuden a conocer detalladamente el material.
- Homogeneidad.- Conocer qué tan similares son las características que presenta.
- Historial.- Saber si ese material presenta antecedentes o es estudiado por primera vez.
- Costo.- Dependiendo del costo del material se podrá aplicar un método y tratar de descartar métodos destructivos o de un tamaño de muestra grande.

D. Naturaleza del método o prueba

Es el método que se va a utilizar para encontrar respuesta ya sea cualitativa o cuantitativa. Por lo que es necesario conocer:

- Destructivo o no destructivo.- el producto a estudiar y someterlo a un método seleccionado, verificar si:
 - a) sufre destrucción física irreparable ó
 - b) no sufre ninguna alteración.
- Costo.- Hay que conocer si al aplicar un método va a causar grandes costos o bajos costos, y buscar el método más barato y eficaz.
- Importancia de la prueba.- Se observan los defectos, ya sean críticos, mayores o menores.

E. Naturaleza del lote

Se tomará en cuenta lo siguiente:

- Tamaño.- qué tan "grande" o "pequeño" es el lote para poder tomar el tamaño de la muestra o las unidades de muestra.
- presentación.- cómo se encuentra el lote a granel, por piezas, cajas, entre otras formas.
- sistema de carga.- forma de acceso que se tiene para la toma de una muestra.

En un plan de muestreo hay que conocer :

- a) Número de unidades (n) a extraer al azar (muestra).
- b) Número de aceptación.
- c) Número de unidades defectuosas.

TIPO DE PLANES DE MUESTREO POR ATRIBUTOS

- Simple o sencillo
- Doble
- Múltiple
- Secuencial

Plan de muestreo sencillo o simple

La decisión de aceptar o rechazar un lote se basa en el resultado de la inspección de un único grupo de unidades extraídas del lote. (Garbín : 1979 : 112 - 113)

Para elegir este tipo de plan se debe conocer:

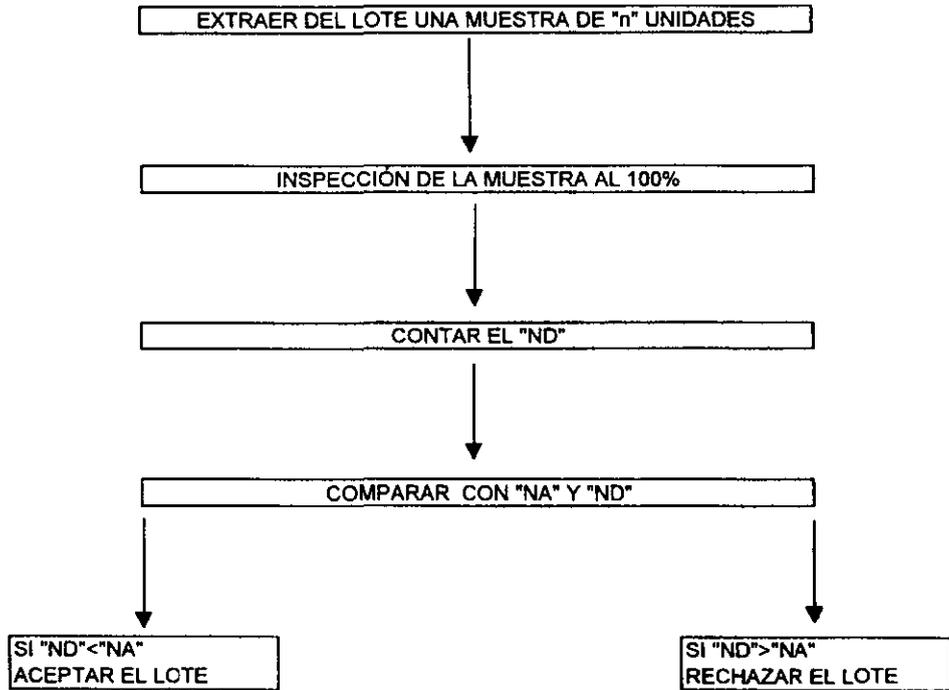
- a) Número de unidades que componen al lote "N"
- b) La seguridad que se requiere tener respecto al nivel cualitativo del material.

Procedimiento:

- Extraer del lote de tamaño "N", una muestra de "n" unidades.
- Inspeccionar la muestra de "n" unidades al 100%.
- Contar el número de unidades defectuosas "ND" presentes.
- Comparar "ND" con el número de aceptación "NA"
- Si
 - "ND" es mayor que "NA" ...Rechazar el lote
 - "ND" es menor que "NA" ...Aceptar el lote (1)

1.Los valores de "n" y de "NA" están dados por tablas adaptadas , en función del tamaño de lote y de las condiciones de aceptación estipuladas.

DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE UN PLAN DE MUESTREO SENCILLO



Plan de muestreo doble:

Con base en el número de unidades defectuosas encontradas en una primera muestra se tomará la decisión sobre la aceptación o rechazo del lote, si es el caso de que sea rechazado se extraerá una segunda muestra.

En este caso además de conocer el tamaño del lote "N" y el tamaño de la primera muestra también es necesario saber el tamaño de una posible segunda muestra.

Procedimiento

-Extraer del lote una primera muestra .

-Someter a inspección al 100% de la muestra.

-Contar el número de unidades defectuosas "ND" presentes

-Comparar con el número de unidades defectuosas "ND", número de aceptación "NA" y número de rechazo "NR"

-Si

"ND1" es menor o igual que el "NA" ...Aceptar el lote

"ND1" es mayor o igual que el "NR" ...Rechazar el lote por completo, es decir, no hacer más tomas de muestra.

"NA" es menor que "ND1" y "ND1" es menor que "NR" Rechazar el lote y tomar una segunda muestra.

Si se rechaza el lote, se toma una segunda muestra

-Inspección del 100 %

-Contar el "ND" presentes.

-Comparar con el valor $ND1 + ND2$ ("ND12") y NR

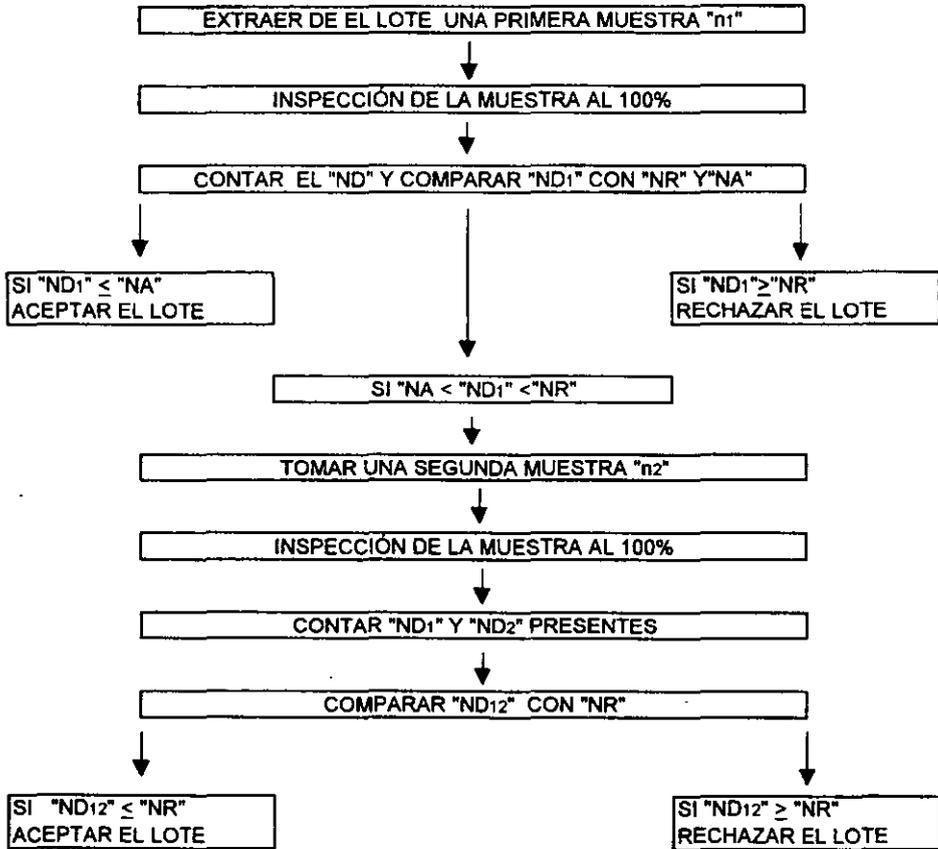
-Si

"ND12" es menor que "NR" ... Aceptar el lote

"ND12" es mayor o igual que "NR" ... Rechazar el lote

Los valores de n_1 y n_2 , NA y NR están dados por tablas en función del tamaño del lote "N" y condiciones de aceptación establecidas.

DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE UN PLAN DE MUESTREO DOBLE



Plan de Muestreo Múltiple

Tiene el mismo principio del plan de muestreo doble con única diferencia que el número de muestras a analizar puede ser mayor de dos.

Procedimiento

-Extraer del lote una primera muestra de "n1" unidades

-Inspeccionar al 100% la muestra y contar el "ND" en la misma.

-Comparar

Si "ND1" es menor que "NA" ... Aceptar el lote

"ND1" es mayor que "NR1" ...Rechazar el lote por completo.

"NA1" es menor que "ND1" y "ND1" es menor que "NR1" tomar una segunda muestra

-Si es rechazado el lote sacar del lote una segunda muestra de tamaño "n2" y contar el "ND2" presentes en la misma.

-Comparar el total de " ND1 +ND2" ("ND12") con el "NA2" y con el "NR2"

-Si

"ND12" es menor que "NA2" ... Aceptar el lote

"ND12" es mayor o igual que "NR2" ... Rechazar el lote por completo.

"NA2" es menor que "ND12" y "ND12" es menor que "NR2" tomar una tercera muestra.

-Si se rechaza el lote examinado extraer una tercera muestra de tamaño "n3" y contar el "ND3" en la muestra .

-Comparar ND1+ND2+ND3 "ND123" con el "NA" y con "NR3"

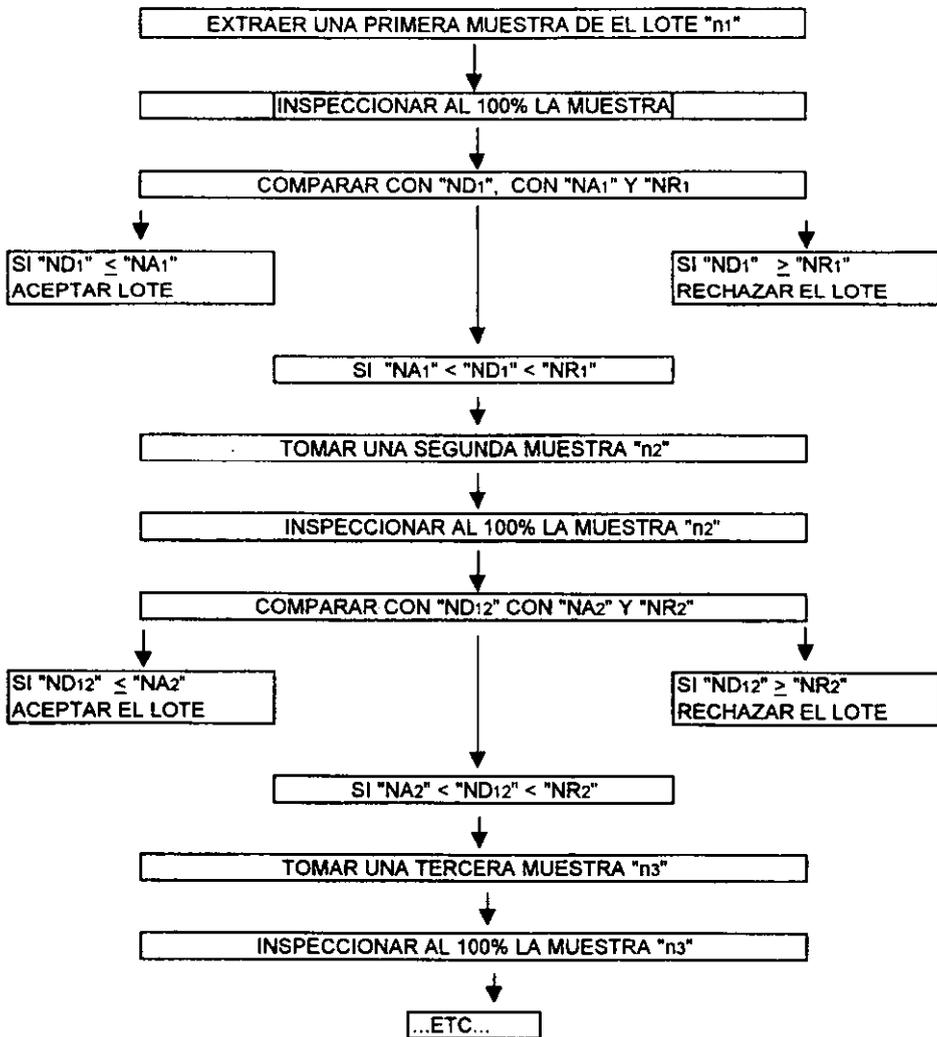
-Si

"ND123" es menor o igual a "NA3" ... Aceptar el lote

"ND123" es mayor o igual a "NR3" ...Rechazar el lote por completo.

"NA3" es menor que "ND123" y "ND123" es menor que "NR3", etc...

DIAGRAMA DEL PROCEDIMIENTO DE UN PLAN DE MUESTREO MÚLTIPLE



Si el lote es rechazado se toma una muestra "n4" para examinarlo y continuar tomando un número de muestras hasta cuando la respuesta sea suficiente para una decisión definitiva con respecto a los criterios establecidos en un principio de aceptación o rechazo.

Plan de muestreo Secuencial

En este caso es importante una característica que lo diferencia de un plan de muestreo múltiple, el tamaño de la muestra que se va examinando no está fijado desde un principio, sino que depende de los resultados de la inspección sobre las unidades ya extraídas anteriormente.

Características de los diferentes planes de muestreo.

CARACTERÍSTICA	PLAN SIMPLE	PLAN DOBLE	PLAN MÚLTIPLE
PSICOLÓGICA (FABRICANTE COMPRADOR)	Pobre por dar una única probabilidad de admitir el lote.	Adecuada	Abierta a las críticas por considerarse un muestreo no concluyente.
NÚMERO DE UNIDADES A EXAMINAR	Mayor	Por lo general del 10-50% menor que el muestreo simple.	Por lo general menor en un 30 % al muestreo doble.
COSTOS	Menor	Mayor que muestreo simple	Mayor que todos
INFORMACIÓN ACERCA DEL NCA	Mayor	Menor que en muestreo simple	La menor

Estudios han demostrado que los planes de muestreo doble son normalmente los que tienen mayor aceptación, por ser sencillos al utilizarlos en diferentes condiciones, tienen un costo total bajo y son aceptables psicológicamente.

Cierto es que se aplicará el plan de muestreo que sea más conveniente para el tipo de información que deseamos obtener y dependiendo de la muestra que se tiene.

MUESTREO POR ATRIBUTOS

En un muestreo por atributos se decide si las unidades en las muestras cumplen con los requisitos de las especificaciones, es decir, se acepta o se rechaza, dando un margen de seguridad en cuanto a la calidad.

Se basa en tomar una muestra al azar, determinada estadísticamente usando una regla de decisión para determinar la aceptación o rechazo del lote, con base en el número observado de artículos defectuosos. (Fitzsimmons: 1989: 46-48)

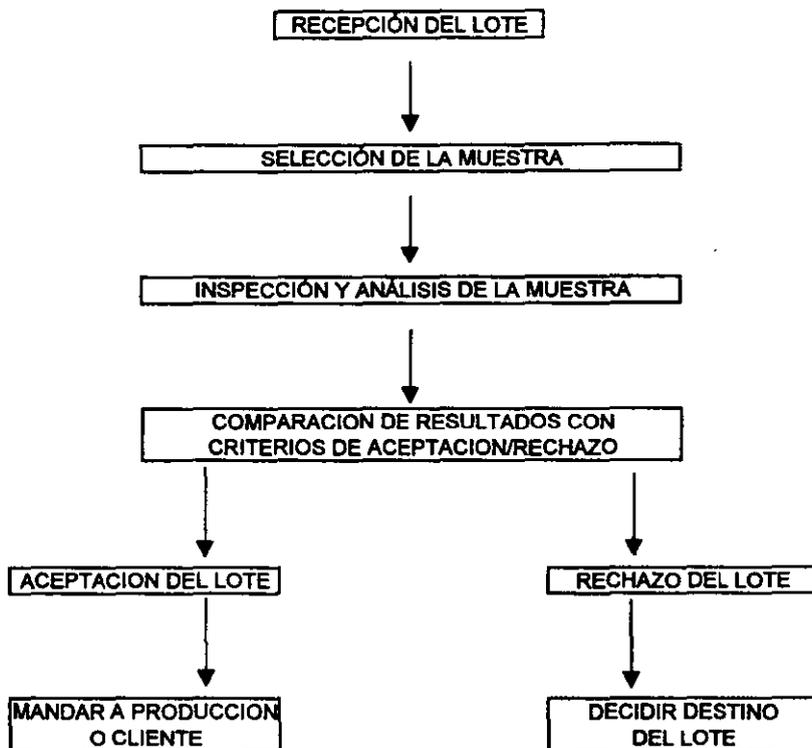
-ASPECTOS IMPORTANTES EN EL MUESTREO POR ATRIBUTOS

- 1º. El propósito del muestreo por atributos es juzgar los lotes, no estimar su calidad.
- 2º. Los planes de muestreo por atributos no proporcionan alguna forma directa de control de calidad. El muestreo admite o descarta lotes.
- 3º. El uso más eficiente de este tipo de muestreo es como herramienta de verificación con el objeto de asegurar que cumpla el producto con los requisitos.

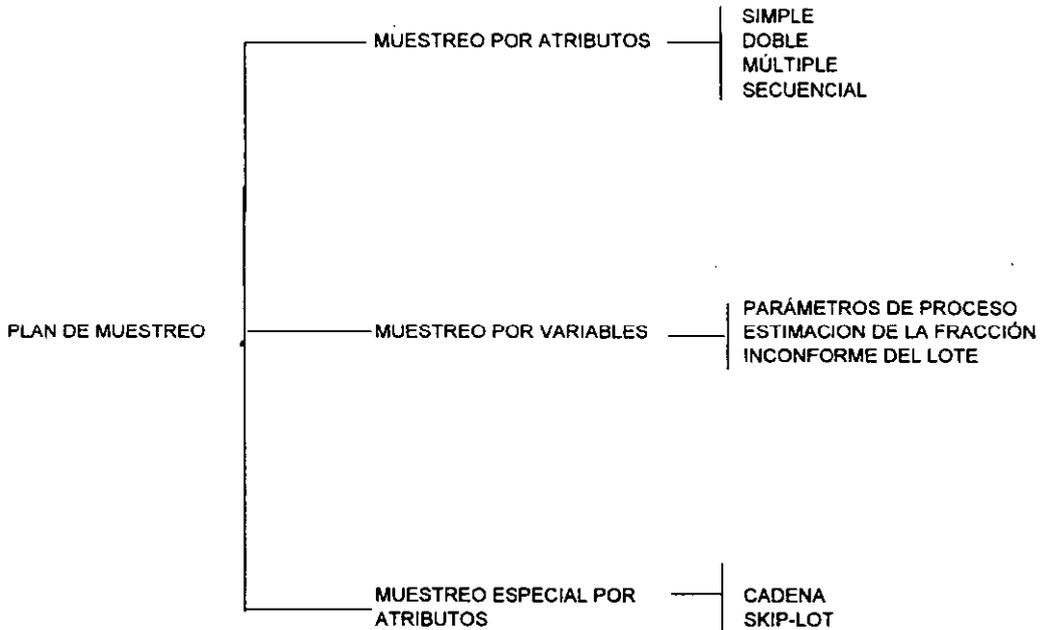
-CONDICIONES EN LAS QUE SE PUEDE APLICAR UN MUESTREO POR ATRIBUTOS

1. Cuando el costo de inspección al 100 % es elevado y las pérdidas que son consecuencia de una unidad defectuosa no son demasiado grandes.
2. Cuando una inspección al 100% resulte exhaustiva.
3. Cuando la inspección es destructiva.

ESQUEMA GENERAL DE UN MUESTREO POR ATRIBUTOS



TIPOS DE PLAN DE MUESTREO



CAPÍTULO IV

TABLAS DE MUESTREO POR ATRIBUTOS

CAPÍTULO IV

TABLAS DE MUESTREO POR ATRIBUTOS

Las tablas estadísticas de muestreo son una serie de modelos o planes de muestreo que tienen como objetivo la inspección además representan las relaciones de calidad probables del lote o lotes y costos de una muestra.

En un muestreo por atributos hay cinco principios definidos a cerca de las tablas:

- 1)Especificación de los datos del muestreo
- 2)Protección que proporcionan
- 3)Terminología del procedimiento
- 4)Costos requeridos
- 5)Ejecución del procedimiento

1)Especificación de los datos del muestreo

Es definir

- El tamaño de muestra
- Las condiciones en las que se debe seleccionar la muestra
- Bajo qué situación se acepta o se rechaza el lote
- El índice de calidad (NCA, NCL, LCMS)

2)Protección que proporcionan

Es el riesgo que ofrece un plan de muestreo en una tabla determinada al rechazar un lote de buena calidad como si fuera malo (riesgo del consumidor) y aceptar un lote malo como bueno (riesgo del productor).

3) Terminología

Se deben tener los conceptos definidos para no confundirlos al aplicar un plan de muestreo.

4) Costos requeridos

Es el promedio del costo necesario para aceptar o rechazar un lote.

5) Ejecución del procedimiento

Después de haber terminado el muestreo se establece lo que hay que hacer con los lotes. Si se aceptan o se rechazan dependiendo del número de unidades defectuosas o realizar una inspección al 100%.

TABLAS DE MUESTREO MIL-STD -105 D

Se desarrollaron durante la Segunda Guerra Mundial y en 1950 se publicaron por primera vez como Military Standar 105 A (MIL-STD-105 A), subsecuentemente sufrió cuatro modificaciones hasta convertirse en 1963, en MIL-STD-105 D, donde colaboraron Estados Unidos, Inglaterra y Canadá; se revisó de nuevo y en 1989 apareció la versión MIL-STD-105 E. (Sampling Procedures and Tables for Inspección by Attributes mil-std-105, Goverment Printing Office, Washington D.C)

PROPÓSITO

Establece los procesos de muestreo o inspección por atributos.

APLICACIÓN

Para ser usadas en series continuas de lotes o lotes aislados.

- a) productos finales
- b)Componentes y materias primas
- c)Operaciones
- d)Materiales en proceso
- e)Suministros en almacenamiento
- f)Operaciones de mantenimiento
- g)Datos o registros
- h)Procedimientos administrativos

INSPECCIÓN

Por atributos

OFRECE

Tres niveles de inspección y cuatro niveles especiales y para muestreo simple, doble y múltiple .

TERMINOLOGÍA USADA EN LAS TABLAS MIL-STD-105D

Unidad de producto.-Elemento inspeccionado con objeto de determinar su clasificación como defectuosa o no defectuosa, o para contar el número de sus defectos.

Defecto.- Cualquier característica de la unidad del producto que no cumpla con las especificaciones.

Defecto crítico.-Es aquel defecto que como consecuencia pueda ser peligroso para el consumidor o que no se llegue a realizar la actividad por causa del defecto.

Defecto mayor.- No puede ser un defecto crítico, pero reduce en forma significativa la utilidad de la unidad del producto para cuyo propósito está destinado.

Defecto menor.-Es el que no reducirá en forma importante la utilidad de la unidad del producto en cuanto a su finalidad.

Nivel de calidad aceptable (NCA).- Máximo por ciento defectuoso o el número máximo de defectos por cada cien unidades.

Nivel de inspección.- Este nivel determina la relación entre el tamaño del lote y el tamaño de la muestra.

Existen tres niveles de inspección y cuatro niveles especiales adicionales s-1 -s-4 , que se utilizan cuando los tamaños de muestra son relativamente pequeños y cuando los grandes riesgos de muestreo puedan ser tolerados.

Normal ó II .- Este nivel es el que por norma se utiliza al inspeccionar al menos que se especifique otra cosa.
Se aplica por lo general al comienzo de un proceso de muestreo.

Reducido ó I .- Se utiliza cuando se necesita menos distinción.

Severo ó III .- Se usa para cuando se necesite un discernimiento más elevado.

Para cambio de nivel de inspección se deberán tomar en cuenta los siguientes criterios:

Normal a severo.- Cuando al hacer una inspección normal aparezcan de dos a cinco lotes consecutivos rechazados en la inspección original se realizará una inspección severa.

Severa a normal.- Cuando al aplicar una inspección severa de dos a cinco lotes consecutivos han sido aceptados en la inspección original por lo tanto se aplicará una inspección normal.

Normal a reducida .- Se podrá cambiar de inspección normal a reducida cuando diez lotes han pasado la inspección original y ninguno haya sido rechazado.

También hay que conocer si se cuenta con un historial para que no se pierda tiempo ni muestra y poder aplicar un nivel de inspección directamente; en dado caso que no se cuente con un historial se procederá a aplicar un nivel de inspección II.

Letras código.- Los tamaños de la muestra están designados por letras código.

Curvas características de operación.- Indican el porcentaje de lotes que se espera sean aceptados con los distintos procedimientos de muestreo para una calidad específica de proceso.

INFORMACIÓN NECESARIA PARA PODER UTILIZAR LAS TABLAS MIL-STD 105- D

1. Determinar Nivel de calidad aceptable " NCA "

2. Tamaño del lote " N "

3. Tipo de muestreo (simple, doble o múltiple)

4. Nivel de inspección (I ,II ó III)

5. Letra código

Para obtener la letra código correspondiente es necesario conocer el tamaño de lote y el nivel de inspección y buscar en la tabla correspondiente.

6. Conociendo la letra código, el NCA y tipo de muestreo se lee el número de aceptación o rechazo y el tamaño de la muestra en tabla correspondiente.

7. Acudir a las Curvas Características de Operación indicadas para cada caso.

Ejemplo:

Usando las tablas Mil-Std-105 D, encontrar con una muestra sencilla, la fracción defectuosa, para un lote de cebollas de 15,000 unidades y con NCA=2.5%. Usar el nivel de inspección II .

1. NCA=2.5%
2. N=15,000 cebollas
3. Tipo de muestreo sencillo
4. Nivel de Inspección II
5. Lote 10,000 a 35,000 , Nivel II \Rightarrow Letra código M
6. Se busca la tabla que pertenezca a Muestreo Sencillo, nivel de calidad II y se intersecta con la letra código M.

Se obtiene lo siguiente:

Tamaño de muestra = $n = 315$ cebollas

Número de aceptación= $Ac = 14$

Número de rechazo= $Re = 15$

Esto indica que de una muestra de 315 cebollas sólo se aceptan 14 defectuosas, si hay 15 ó más cebollas defectuosas se rechaza el lote de cebollas.

TABLA ANSI/ASQC Z1.4-1981

Las tablas ANSI/ASQC Z1.4-1981 (Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes).

Es una revisión de la ANSI Z1.4-1971 que correspondió directamente a la MIL-STD 105 D y la ANSI/ASQC Z1.4-1981 hay tres diferencias.

- 1) Los términos "no conforme" es sustituido por "defecto" en la ANSI/ASQC Z1.4.
"no aceptación" por "rechazo"
"no aceptación" se refiere al resultado de someterse al procedimiento y conservando el uso de la palabra rechazo para acciones que puede llevar a cabo el cliente o usuario.
- 2) Un procedimiento opcional para cambiar de inspección normal a inspección reducida sin satisfacer los criterios del número límite incluidos en ANSI/ASQC Z1.4
- 3) El aspecto del plan para el muestreo es enfatizado en la ANSI/ASQC Z1.4 con cinco tablas adicionales (XI, XII, XIII, XIV y XV)

Tabla XI.-Factores del límite de calidad media de salida en muestreo sencillo.

XII.-Calidad límite con probabilidad de aceptación 10% (muestreo sencillo)

XIII.-Calidad límite con probabilidad de aceptación 5 % (muestreo sencillo)

XIV.-Tamaño promedio de la muestra (muestreo sencillo)

XV.-Funcionamiento del método con reglas de cambio para cada letra código y tipo de muestra:

)Curvas características de operación

)Valores tabulados para curvas características de operación correspondientes al funcionamiento del método de la ANSI Z1.4

Las tablas MIL-STD-105 son un plan de muestreo, mientras que las ANSI/ ASQC Z1.4 es un sistema de muestreo.

Plan de muestreo: Son procedimientos específicos para determinar el destino de un lote basado en la seguridad del tamaño de muestra y criterios de aceptación.

Esquema de muestreo: Es un conjunto de planes de muestreo con reglas que proporcionen relación entre ellos.

Sistema de muestreo: Es una colección de esquemas de muestreo. Este proporciona reglas para la selección de un plan de muestreo apropiado.

El procedimiento a seguir es el mismo que las tablas Military Standar 105 y tienen las tablas ANSI/ASQ Z.1.4 el mismo propósito y aplicación que las tablas MIL-STD-105 D. (*)

TABLAS DODGE-ROMIG

Tablas que se introducen en la década de los años '20 para inspección por atributos lote por lote en el sistema Bell Telephone.

En contraste con los planes MIL-STD 105 D que están indicados por el nivel de calidad aceptable (NCA), los planes Dodge -Romig están indicados tanto para el límite de calidad media de salida (LCMS) como para el nivel de calidad limitante (NCL).

PROPÓSITO

Rectificación de la Inspección.

Esto asume que los lotes que fueron rechazados por planes de muestreo, a través de una inspección al 100%, las unidades mal conformadas deberán ser reemplazadas por unidades aceptables .

Esta rectificación del proceso tiene un impacto tanto para el nivel de calidad como para el producto que es enviado al consumidor.

APLICACIÓN

Emplear las tablas en la inspección final o intermedia de un proceso productivo en grandes series.

Útiles para suministros continuos en un número elevado de lotes.

Para cuando la inspección tiene carácter exclusivamente protector para el comprador, cuyo cargo es la selección de los lotes y el juicio de poder determinar el número de unidades mal conformadas.

Cuando la inspección de materiales entregados de una sección a otra es de la misma empresa.

Las tablas que garantizan un determinado NCL ofrecen garantías perfectamente definidas al comprador sobre el porcentaje máximo de defectos de cada uno de los lotes aceptados, pero no al proveedor que está muy poco protegido frente a la posibilidad de rechazar lotes de buena calidad pero de pequeña dimensión.

INSPECCIÓN

Por atributos

OFRECEN

Tipo de muestreo simple y doble con dos alternativas

-Límite de calidad media de salida (LCMS) , tomando 7 valores (0.1-10%)

-Nivel de calidad limitante (NCL) con valores comprendidos entre (0.5-10%)

TERMINOLOGÍA USADA EN LAS TABLAS DODGE-ROMIG

-Límite de calidad media de salida LCMS o AOQL (Average Outgoing Quality level)

Máxima calidad esperada de la calidad final sobre todos los niveles posibles de calidad, siguiendo el uso de un plan de muestreo por aceptación para un valor dado de la calidad del producto recibido.

Los planes de muestreo para el concepto LCMS surgen como respuesta a necesidades en cierta situación de fabricación. Cuando se especifica la cantidad de lote, como es el caso en los lotes del cliente (homogéneos) es aplicable el concepto LCMS pero también es aplicable cuando el lote inspeccionado es una subdivisión conveniente del flujo de un producto para propósitos de manejo de materiales (no homogéneos). Los planes LCMS limitan la cantidad de la calidad pobre de salida, con base en un promedio, pero no ofrecen garantía alguna en el caso de los lotes individuales.

De las tablas LCMS se obtiene la siguiente información:

a) Conforme aumenta el tamaño del lote disminuye el tamaño de la muestra.

b) No se ofrecen planes para promedios de procesos que rebasan el LCMS, dado que el muestreo no es económico cuando la calidad de entrada promedio es menor que el LCMS especificado.

c) Cuanto más bajo es el promedio del proceso, menor el tamaño de la muestra, lo que significa menos costo por inspección.

-Nivel de calidad limitante , NCL , Nivel de calidad tolerable ,NCT, ó LTPD (Lot Tolerance Per Cent Defective)

Porcentaje de unidades que no cumplen con los requisitos en un lote para el cual, con propósitos de muestreo de aceptación, el consumidor desea que se restrinja la probabilidad de aceptación a un valor bajo especificado.

Estas tablas se basan en la probabilidad de que un lote en particular, cuyo porcentaje de no conformidad sea igual al NCL, resulte aceptado. Esta probabilidad es el riesgo del consumidor β , y es igual a 0.10. Los planes NCL no garantizan que los lotes individuales de mala calidad rara vez resulten aceptados.

Al analizar las tablas NCL se dice que :

- a) Conforme aumenta el tamaño del lote, el tamaño relativo de la muestra disminuye.
- b) Las tablas continúan hasta que el promedio del proceso es la mitad del NCL. No es necesario contar con más promedios de procesos cuando el promedio del proceso excede a la mitad de NCL, de ser así una inspección al 100% resulta más económica que la inspección por muestreo.
- c) Conforme aumenta el promedio del proceso, se produce el consecuente aumento en la cantidad inspeccionada. Es decir, una mejora en el promedio del proceso da como resultado menos inspecciones y un menor costo de inspección por muestreo.

El número medio total de unidades inspeccionadas dentro de la muestra y lotes rechazados, deben ser seleccionados con sustitución de las unidades defectuosas.(Juran: 1990: 770)

NCL comprende 7 valores (0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0) con un 10%

Están orientados al muestreo con alto énfasis sobre la calidad de lotes individuales.

LCMS comprende 12 valores en el rango (0.1, 0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.50, 2.00, 2.50, 3.00, 4.00, 5.00, 7.00) con un 10%

Están orientados a asegurar que el promedio a largo plazo de la calidad aceptada no será menor que el valor LCMS, supone la separación y reemplazo de las unidades mal conformadas en los lotes no aceptados.

La selección entre NCL y LCMS está determinado por los factores:

- Costo de la inspección por unidad.
- Costo administrativo y del Plan de operación.

El promedio del proceso se determinará a partir de registros anteriores, que podrán modificarse si se tiene información adicional que permita predecir el nivel de defectos esperados.

1. Calcular, a partir de las primeras muestras tomadas de unos 25 lotes, el total examinado, el total de defectos encontrados, y la fracción media de unidades mal conformadas p resultante.
2. Eliminar todas las muestras procedentes de lotes "anormales". Esto se hace descubriendo los casos en que la fracción de unidades mal conformadas de la muestra sobrepasa la fracción media de unidades mal conformadas p en una cantidad superior a $3\sqrt{p(1-p)/n}$, siendo "n" el tamaño de la muestra extraída del lote sospechoso.
3. Volver a calcular p con los valores anormales eliminados (o corregidos con el Método Dodge Romig). El nuevo valor que se usará como media del proceso.

-Unidad mal conformada.- Variedad o servicio que se aparta cuando menos en una forma de la característica de calidad en su nivel esperado y que ocurre con suficiente severidad para ocasionar que un producto o servicio asociado no cumpla con un requisito especificado.

INFORMACIÓN NECESARIA PARA PODER UTILIZAR LAS TABLAS DODGE -ROMIG

Las tablas Dodge-Romig proveen información para los planes de muestreo simple y doble y para el LCMS y NCL.
Para utilizar las tablas se debe tomar en cuenta el nivel y plan de muestreo.

Pasos a seguir:

- 1.-Tamaño de lote
- 2.-Determinar el tipo de plan (simple o doble)
- 3.-Decidir tipo de protección (NCL o LCMS)

4.-Elegir nivel de protección (Calidad media o promedio del proceso)

5.-Usando la información ya mencionada , identificar en la tabla correcta.

6.- Localizar la columna que contenga el nivel de protección ya conocida y/o evaluada anteriormente.

7.-En la primera columna encontrar el tamaño del lote.

8.-La intersección entre el tamaño del lote y el nivel de protección da como resultado la información , n = tamaño de muestra y c = número de aceptación.

Tomar en cuenta que existen tablas para NCL y LCMS por separado al igual que para cada plan de muestreo.

Ejemplo:

A) De un envío de 1,500 latas de ciruelas en almíbar, se desea saber si se acepta o se rechaza este envío, si se tiene la siguiente información: promedio de proceso 1.60%. Utilizar un plan de muestreo sencillo requerido para un LCMS= 3.0%

- 1) $N=1,500$ latas
- 2) Plan de muestreo sencillo
- 3) LCMS=3.0%
- 4) Promedio de proceso=1.60%
- 5) De lo anterior se tiene : Tamaño de muestra= $n=65$ latas
Número de aceptación= $c=3$

Sólo se aceptará el lote si hay 3 ó menos latas defectuosas, de suceder lo contrario se rechazará el envío.

B) Se descargaron 1,500 latas de sardinas, el promedio de proceso es de 0.25%. Usar un plan de muestreo sencillo necesario para un NCL=1.0%

- 1) $N=1,500$ latas de sardina
- 2) Plan de muestreo sencillo
- 3) NCL=1.0%
- 4) Media de proceso 0.25%, de lo que se obtiene
- 5) $n=490$ latas de sardina $c=2$

En 490 latas de sardina sólo 2 ó menos pueden tener defectos para poder aceptar el lote.

Desventajas de usar las tablas Dodge-Romig

-El procedimiento para definir las características del plan de muestreo es muy complejo: el número de tablas disponibles es elevado y las tablas se hacen difíciles de sintetizar en otras reducidas y de rápida consulta.

-Es importante saber el porcentaje de unidades mal conformadas de cada uno de los lotes a inspeccionar.

-El hecho de inspeccionar al 100% los lotes rechazados, no es una tarea fácil sobre todo en el caso de material que proviene de empresas externas.

-Los proveedores tienden a entregar lotes de elevado tamaño para reducir los riesgos de rechazo.

-Los planes de muestreo no están definidos por números sencillos, sobre todo en lo que se refiere al tamaño de la muestra, y son casi todos distintos entre sí.

Ventaja

-La ventaja principal de las tablas Dodge-Romig es la reducida inspección necesaria para un procedimiento de inspección determinado. Esta ventaja hace especialmente atractivas las tablas en la inspección que se hace en el mismo sitio donde se obtienen los productos.

TABLAS DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS AMERICANOS

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos Americanos adoptó planes de muestreo para evaluar un producto a través de planes de muestreo por aceptación por variables y atributos, donde este último muestreo es usado para tomar decisiones ya sea de aceptación o rechazo de un lote.

Un modelo típico es usado de la siguiente forma:

Lote ⇔ Muestra ⇔ Plan de muestreo ⇔ Decisión ⇔ Aceptación o Rechazo

Las especificaciones de los procedimientos donde se incluyen tablas, planes de muestreo, definiciones, control de calidad estadística y niveles de aceptación son tomados del Código Federal de Regulaciones del Título 7 (parte 52).

Los productos que se manejan con este tipo de planes son las frutas y vegetales, aves y carnes procesados, en general se dice que se utilizan estas tablas para producto terminado.

PROPÓSITO

Ofrecer planes de muestreo de inspección gubernamental y certificación de frutas y vegetales procesados, aves y carnes así como sus derivados para tomar decisiones de calidad a nivel de aceptación y rechazo de un lote.

APLICACIONES

Frutas, vegetales, aves y carnes procesados así como sus derivados.

INSPECCIÓN

Por atributos

OFRECE

Cuatro tablas con planes de muestreo, los cuales nos indican el número de unidades de muestra a revisar y el nivel de calidad aceptable para cada caso de procesado de frutas, vegetales, aves y carnes.

TERMINOLOGÍA USADA EN EL REGLAMENTO QUE RIGE LA INSPECCIÓN Y CERTIFICACIÓN DE ALIMENTOS DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE E.U.A.

Calidad.- Propiedad de algún producto al cual se le determinan los relativos grados de excelencia de dicho producto e incluyendo efectos de preparación y procesamiento, esto incluye o no el efecto de empaque e ingredientes.

Caso.- Número de contenidos que hace la industria en sus productos. La mayoría de sus contenidos son paquetes.

Clase.- Un rango o grado de calidad.

Desviación.- Definición de cualquier variación de un requerimiento en especial.

Desvío.- Una unidad de muestra que es afectada por uno o más desviaciones ó una o varias definiciones específicas de manera que requiere estándares , especificaciones u otros documentos de Inspección.

Lote.- Número de contenido de donde se toma el tamaño de muestra de un producto procesado, tomando en cuenta el tipo de almacenamiento o transporte.

Muestra.- Número de unidades de muestra usada para la inspección.

Muestreo.- Acto de seleccionar muestras de productos procesados con el propósito de inspeccionar bajo las regulaciones ya establecidas.

Muestreo Certificado.- Es un informe escrito o impreso donde el reglamento en esta parte es identificado oficialmente para tomar muestras. Puede incluir descripciones, contenido, tipo de envase, bajo que condición el producto fue procesado y almacenado.

Número de aceptación.- Número máximo permitido en una muestra de un lote que encuentra un requerimiento específico.

Número de rechazo.- El número mínimo de desviaciones en una muestra de un lote donde fallan los requerimientos específicos.

Tipos de servicio de inspección.-

- a) Inspección de lote: significa la inspección y grado de especificidad de un lote de frutas o vegetales que se localizan en el almacén de una planta, almacén comercial, carros de ferrocarril, camiones u otro tipo de almacén.

Generalmente en una inspección de un lote , el Inspector debe conocer leyes y condiciones o prácticas en la cual el producto fue envasado y se deberá limitar a examinar el producto únicamente.

- b) Inspección Continua: Es la conducta de inspeccionar el grado de servicio en una planta donde uno o más inspectores se presentan todo el tiempo cuando la planta está en operación para revisar el proceso, envasado y almacenaje de todos los productos en conjunto con los requerimientos sanitarios.

UNIDAD DE MUESTRA.- Contenido y/o contenidos o porción de una mezcla de un producto de una muestra usada para la inspección.

INFORMACIÓN NECESARIA PARA UTILIZAR LAS TABLAS

Bases de inspección y determinación del grado de confianza:

- a) El servicio de inspección se debe basar en los estándares de organismos gubernamentales .
- b) El administrador revisará el producto basándose en un grado de confianza para evaluar el producto, donde una condición es que la inspección de calidad se base en los estándares publicados por E.U.A. y son los siguientes:
 - 1) Las muestras deben cumplir con los estándares de calidad expuestos en la FDA.
 - 2) La muestra debe cumplir con el producto descrito

Muestra empleada por inspectores o una muestra permitida:

Un inspector selecciona la muestra de un lote.

Esta persona selecciona las unidades de muestra aleatoriamente y de varios lugares de cada lote para obtener una muestra representativa de ese lote.

Planes de muestreo y procedimientos para determinar la confianza de un lote:

a) La selección de las unidades de muestra es dependiendo del tamaño del lote con la condición de que el número de las unidades de muestra provengan de un tamaño de muestra grande para un plan apropiado.

b) Plan de muestreo con respecto a alguna especificidad requerida

1) Si el número de desviaciones en la muestra , no excede el número de aceptación o el tamaño de la muestra es pequeña, el lote será aceptado.

2) Si el número de desviaciones en una muestra sobrepasa el número de aceptación, dado para el tamaño de muestra ,el lote será rechazado.

Los planes de muestreo por atributos dados por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos Americanos son presentados en cuatro tablas:

Tabla 1. Envasado o proceso similar de frutas, vegetales, carnes, aves y productos que contienen unidades de tamaño semejante con carácter de fácil separación.

Tabla 2. Congelado o proceso similar de frutas, vegetales, carnes, aves y productos que contienen unidades de tamaño semejante y con carácter de fácil separación.

Tabla 3. Proceso de envasado, congelado o proceso similar para frutas, vegetales, aves y carnes y productos relacionados con su estado homogéneo, partículas o fluidos.

Tabla 4. Deshidratados (poca humedad) para frutas y vegetales.

- Estas tablas presentan el tamaño de muestra basado en el tamaño de lote e indican el número de aceptación para cada tamaño de lote.

El lote es aceptado si la muestra no excede el número de aceptación.

El lote es rechazado si la muestra excede el número de aceptación.

- Existen errores y riesgos en el muestreo, que son de dos tipos :

Error tipo I Riesgo del productor (α)

Error tipo II Riesgo del comprador (β)

PASOS PARA USAR LAS TABLAS

1. Seleccionar la tabla correspondiente con respecto al alimento procesado que se va a estudiar.
2. Determinar a qué se le llama "unidad de muestra" en nuestro lote.
3. Identificar el número de grupo (1,2,3,4,5 ó 6) al que pertenece la unidad de muestra; extremo izquierdo de la tabla.
4. Conocer y localizar el tamaño de lote en la tabla. (Hacer coincidir número 3 y 4)
5. En la misma columna pero en la parte inferior de la tabla buscar el tamaño de muestra (número de unidades de muestra) representativa según el tamaño del lote.
6. Inmediatamente abajo, buscar el número de aceptación.
7. Hacer la inspección del 100% a las unidades de muestra indicadas en la tabla.
8. Decidir si se acepta o se rechaza el lote, dependiendo de los resultados obtenidos de la inspección anterior al comparar con el número de aceptación.

EJEMPLO

Una fábrica reconocida de frutas secas, elaboró orejones . El Departamento de Producto Terminado envió al Departamento de Control de Calidad, un lote de 3,500 paquetes de orejones, cada paquete consta de 10 bolsas , cada bolsa con un peso de 0.55 lb., para ver si se rechazaba o se aceptaba el lote para su posterior comercio.

- Tabla correspondiente a deshidratados (baja humedad)

- La unidad de muestra es un paquete de 10 bolsas.

- Pertenece al grupo 2, debido a que la unidad de muestra tiene un peso de 5.5lb. (0.55 lb. x 10 bolsas)

- Tamaño del lote $N=3,500$ paquetes de orejones.

- Número de unidades de muestra = 6 paquetes al azar.

- Número de aceptación=1

- Decisión. Si de los 6 paquetes -ninguno ó 1 contiene defectos se acepta el lote.
Si de los 6 paquetes -más de uno contiene defectos se rechaza el lote.

Al rechazar el lote se podrá vender a un precio menor, siempre y cuando no se presenten riesgos para el consumidor, con opción a que este producto sirva de materia prima , es decir, no usarlo como producto para consumirse directamente , un ejemplo sería utilizarlo para elaborar postres o en pastelerías.

TABLAS ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods)

La ICMSF , (International Commission on Microbiological Specifications for foods), Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos, fue establecida en 1962, bajo la protección de la Unión Internacional de la Sociedad Microbiológica (IUMS), la Organización Mundial de la salud (OMS) y la Organización de Agricultura y Alimentos (FAO).

Desde su fundación la ICMSF ha dado un profundo impacto en Microbiología de Alimentos y ha dirigido el desarrollo de métodos, planes de muestreo, criterios microbiológicos y HACCP (Hazard Analysis Critical Control Points), Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control.

El tipo de información que ofrece la ICMSF es obtener una muestra representativa de un lote de alimentos, someter las muestras al laboratorio en condiciones microbiológicas similares y preparar las muestras para el análisis. Otros alimentos requieren de un muestreo especial y de preparación dependiendo de los microorganismos presentes.

Las actividades y recomendaciones son publicadas en cinco libros , en este caso sólo se estudiará el libro, Microorganismos en Alimentos 2 : Análisis de Muestreo Microbiológico, que comprende los planes de muestreo estadístico para alimentos.

La ICMSF provee de bases científicas y criterios microbiológicos para promover sus principios en sus establecimientos además reduce las dificultades usadas por las naciones al variar sus estándares microbiológicos así como los métodos analíticos que son destinados a la industria de alimentos.

PROPÓSITO

El propósito de la ICMSF en el Muestreo para Análisis Microbiológicos es :

Describir los diferentes planes de muestreo, basados estadísticamente, para poder aceptar o rechazar un lote de alimentos de acuerdo a los microorganismos presentes.

APLICACIONES

Se utiliza en:

- Puertos.
- Puntos de entrada a alimentos como materia prima o producto terminado.
- Inspección de lotes dentro de países o corporaciones donde se conoce más información sobre el lote.

INSPECCIÓN

Atributos

OFRECE

Planes de muestreo por atributos de dos y tres clases.

TERMINOLOGÍA USADA EN LA ICMSE

Atributo.- Característica cualitativa de una unidad de muestra . Ejemplo : los resultados (+ ó -) de un análisis para *Salmonella*.

Probabilidad.- Estimación de la frecuencia de ocurrencias de un evento. Ejemplo: probabilidad de n unidades de una muestra que son (+) para *Salmonella*, expresada en un valor de 0-1.

Probabilidad de riesgo.- Está construida por dos escalas:
Una escala vertical: Da la probabilidad de aceptación.

Una escala horizontal: Da la calidad del lote, esto es, el porcentaje de veces que esa prueba en una unidad de la muestra encontrará un resultado insatisfactorio.

Población microbiológica.- Número de microorganismos, total o de una especie o grupo, dispersados dentro de una cantidad definida de alimento.

Lote.- Cantidad de alimento producido y procesado bajo condiciones uniformes, es decir, alimento producido en un límite de tiempo.

Homogeneidad de la muestra.- Es cuando las unidades de muestra presenta las mismas características tanto en la parte exterior como interior.

Unidad de la muestra.- La parte definible más pequeña de un lote, también llamada unidad.

Las unidades de muestra son el material que se utiliza para el análisis., puede haber dos caminos:

- a) Tomar en cuenta el empaque o la forma en que se transporta el alimento que se dirige al consumidor.
- b) Homogeneidad de la muestra, es muy importante debido a que hay factores que pueden alterar sólo algunas partes de la conformación del alimento. Un ejemplo puede ser la temperatura, la cual varía tanto en la parte exterior como en la interior de un alimento.

El principal objetivo es tener un número suficiente de unidades para poder estudiarlas, estas unidades pueden ser cajas, volúmenes de líquidos o sólidos, que son seleccionados al azar a través de una tabla de números aleatorios o se usa el muestreo aleatorio estratificado, en el cual se necesitan otros requerimientos para aplicarlos.

La muestra es colectada únicamente por una persona autorizada con conocimientos apropiados al igual que las técnicas que se utilizan para obtenerla.

- a) Aleatoriedad
- b) Uniformidad
- c) Estratificación
- d) Record de consistencia, el cual ayuda a que se efectúen menos periodos de muestreo al presentar una calidad deseable.

La muestra representativa es aquélla que nos permite obtener conclusiones válidas para todo el lote.

Número de Aceptación.- El máximo número de defectos en un plan de muestreo por atributos donde un lote puede ser aceptado.

Nivel de calidad de aceptación.- El máximo porcentaje de defectuosos (o el máximo número de defectos por 100 unidades) que están presentes en una inspección por muestreo que puede considerarse satisfactoria en un proceso intermedio.

Prueba destructiva.- Un proceso de prueba que resulta de la destrucción de la unidad de muestra al aplicar dicha prueba.

Riesgo.- Es uno de los más importantes factores que influyen para la toma de decisión respecto al rechazo o aceptación de un lote.

Este tipo de riesgo está relacionado con el tipo de microorganismos presente en dicho alimento.

La ICMSF hace una categoría de los tipos de riesgos microbiológicos y condiciones para cualquier lote de alimentos que es expuesto.

Esta categoría es una ayuda para el microbiólogo cuando considera y selecciona un plan de muestreo.

Los riesgos pueden definirse como:

A) Riesgo que no afecta directamente a la salud (ejemplo: contaminación general, vida de anaquel reducida y caducidad).

B) Riesgo que afecta la salud

B.1 Menor indirecto (indicador)

B.2 Moderado directo (en difusión limitada)

B.3 Moderado directo (su difusión es potencial)

B.4 Severo directo

Estos riesgos son tomando en cuenta tres condiciones de riesgos, (Reducción, Sin Riesgo e Incremento), que refleja cómo los alimentos son recibidos, manipulados y posteriormente consumidos.

La combinación de los tipos de riesgos y condiciones de riesgo son quince posibilidades donde las sugerencias del plan de muestreo y sus limitantes pueden ser presentados por los productos a través de uno u otros casos que verdaderamente sean aplicables para un producto y medida. (Ver la tabla de la pág. 55)

Tabla: Plan estratégico (casos) en relación al grado y riesgo de salud y condiciones de uso.

Condiciones para el manejo y consumo de alimentos después de un muestreo.

TIPO DE RIESGO	RIESGO DE GRADO REDUCIDO	RIESGO QUE NO CAUSA CAMBIO	RIESGO QUE PUEDE INCREMENTAR
A)No causa directamente riesgo a la salud	CASO 1	CASO 2	CASO 3
B)Causa riesgo a la salud			
B.1Menor directo	CASO 4	CASO 5	CASO 6
B.2Moderado directo difusión limitada	CASO 7	CASO 8	CASO 9
B.3Moderado directo difusión potencial	CASO 10	CASO 11	CASO 12
B.4Severo directo	CASO 13	CASO 14	CASO 15

NOTA: La ICMSF ha hecho consideraciones para distinguir entre los microorganismos y los diferentes riesgos, existen otras tablas que especifican cada significado tomando en cuenta el microorganismo y el alimento . ver ICMS.

A partir del plan menos severo , caso (1) va incrementando hasta llegar a severo, al caso 15 que es el más severo.

Riesgo Severo.- Este riesgo está asociado con la presencia de un patógeno o toxina en un alimento cuando es consumido en una población normal. Causan severas enfermedades algunos patógenos que se encuentran en esta categoría y son: *Clostridium botulinum*, *S. typhi* , *Brucella spp.*, *S. dysenteriae* , que son los normalmente buscados en una muestra.

Riesgo Bajo.- Este riesgo es un indicador de Prueba, el cual muestra la presencia de microorganismos como pruebas iniciales, ya que estas pruebas indican presencia de microorganismos relacionados con defectos.

Riesgo Moderado.- Este riesgo está asociado con el consumo de un alimento que contenga un patógeno o toxina, la cual para una población normal ocasione problemas y que al manifestarse no sean críticamente severas, es decir, no cause secuelas fatales o la muerte.

c.- El número máximo aceptable de defectos en las unidades de muestra.

m.- Criterio microbiológico el cual, en un plan de 2 clases separa la buena calidad de la calidad defectuosa, o en un plan de 3 clases separa la buena calidad de la calidad aceptable.

En general m representa un nivel aceptable y valores por arriba de esta aceptación marginal son inaceptables.

M.- Criterio microbiológico en un plan de 3 clases separa la calidad marginal aceptable de la calidad defectiva. Valores por arriba de M son inaceptables.

INFORMACIÓN NECESARIA PARA PODER UTILIZAR LAS TABLAS ICMSE

-Dividiendo un producto en clases

Si se considera una muestra que contiene defectos y ciertos microorganismos peligrosos. El símbolo m es usado para representar la línea divisora que separa las unidades de muestra en dos clases:

Defectuosas (valores por arriba de m)

Aceptable (valores iguales o menor que m)

En el caso de que haya un microorganismo peligroso $m=0$

Cuando los microorganismos son de otro tipo (por ejemplo organismos indicadores) pueden ser tolerados y los microbiólogos son capaces de reconocer la calidad de tres clases, donde la unidad de muestra simple puede ser aceptable, marginalmente aceptable o defectuosa.

El símbolo m es usado para separar la calidad aceptable de la calidad marginal aceptable de calidad defectuosa.

-Selección de un plan de muestreo

La selección de un plan de muestreo se debe a:

1) Los riesgos que implican la presencia de los microorganismos en la prueba a realizar.

2) Las condiciones futuras en las cuales los lotes van a ser expuestos en relación al efecto de un número de células que corresponden.

-Decisión del valor m.

- Nivel para una prueba de microorganismos cuando es aceptable y alcanzable .
- Se utiliza $m=0$ en un plan de dos clases cuando se considera la presencia o ausencia de patógenos.
- En un plan de dos clases $m=0$
- En un plan de tres clases m se le asigna un número diferente a cero.
- Reflejo de las Buenas Prácticas Comerciales, como reconocer la exportación e importación en un país.

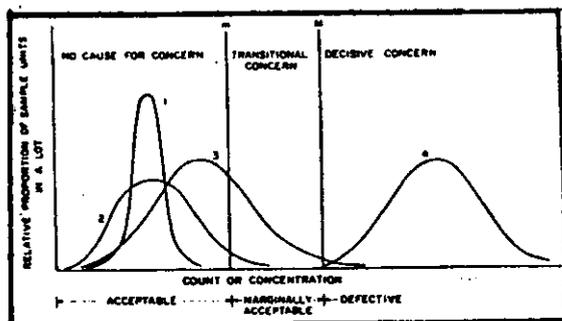
-Decisión del valor M.

- Es únicamente para planes de tres clases.
- Son riesgos a nivel de contaminación causadas por malas Prácticas Sanitarias (Incluye el almacenaje impropio).
- Utilizado como índice. Relaciona niveles de detección de bacterias que causan daños o disminuyen la vida de anaquel en un periodo corto.
- En general como indicador de sanidad. Relaciona niveles de bacterias indicadoras para condiciones inaceptables de sanitización, contaminación o crecimiento o combinación de estos factores.
- Como riesgo de salud. Relaciona niveles de bacterias que causan enfermedad.

-Diferencias entre m y M

La diferencia es usada como un acomodamiento de limitaciones para reproducir un método analítico o para el uso de algunos microorganismos con decisión estadística.

La gráfica siguiente muestra el efecto de selección de los límites m y M en un plan de 3-clases.



La figura anterior ilustra el efecto de varias distribuciones de contenido microbiológico en un lote, en un plan de 3-clases.

Curva (1) Representa una satisfacción completa del lote, con un número pequeño de bacterias, no excede m .

Curva (2) Representa un lote con una amplia variación, una pequeña porción de unidades de muestra excede m , sin embargo no excede M .

En el rango m - M , la situación es aceptable debido a que la curva cae muy por debajo de M .

Curva (3) Representa un lote con una gran variación.

Una pequeña porción de unidades de muestra excede a M , por lo que inmediatamente causa el rechazo, mientras que la porción que se encuentra en el rango m - M es suficiente para un justificado rechazo.

Curva (4) Representa un lote de gran inaceptabilidad que sin duda se rechaza.

En muy pocas situaciones se encuentra una curva de tipo (1) ó (4), que sea completamente aceptable o que se rechace, lo más común es encontrar diferentes porciones de la curva entre el rango m - M .

Estos ejemplos ilustran como seleccionar m y M en relación a la calidad microbiológica del lote, donde influyen las proporciones del material tomado para el rechazo.

Sin embargo esta ilustración es de importancia para productores como límite de variación en el número de microorganismos presentes en el alimento.

La selección de un valor apropiado es basado en la experiencia.

-Selección de n y c

La selección de n y c varía con el nivel de exigencia (probabilidad de aceptación) y esto se puede seleccionar en la tabla donde se encuentran los tipos de riesgo relacionados con los casos.

Para un caso exigente n es muy grande y c es pequeña, para un caso poco severo n es pequeña y c es grande.

-A continuación se muestran sugerencias para los diferentes tipos de planes de muestreo.

Para seleccionar n se debe tomar en cuenta cuál es la probabilidad ideal de aseguramiento para el consumidor y la manipulación en el trabajo de laboratorio.

Considerar la naturaleza del riesgo para decidir la P_a del riesgo en estudio.

Para conocer la presencia o ausencia de patógenos se debe usar un plan de dos clases pero es importante encontrar a un alimento libre de patógenos donde $c=0$, pero si es posible aceptar algún microorganismo es necesario seleccionar la c adecuada.

Al decidir si se va a usar un plan de 2 ó 3 clases y la curva característica de operación es la correcta, lo apropiado es consultar la tabla para determinar los valores de n y c .

Se selecciona el número de unidades de muestra n , para evitar excesos en el laboratorio con esto se reducen los tipos de pruebas aplicadas o al reducir n , lo que significa incrementar la P_a de lotes malos y dar c .

Para seleccionar un plan de muestreo se deberá tomar en cuenta factores microbiológicos, epidemiológicos y ecologistas, así como probabilidades de aceptación estadísticas para la aceptación o rechazo además de las consideraciones económicas.

PLAN DE MUESTREO POR ATRIBUTOS (DOS CLASES)

Este tipo de plan de dos clases se basa en un muestreo sencillo, usado para la inspección de alimentos, se hace un muestreo del lote y se prueba una sola vez, sumando a esto los resultados de las pruebas microbiológicas que son definidas como atributos.

La decisión se basa en una prueba microbiológica llevada a cabo en distintas unidades de la muestra donde estas pruebas pueden ser de presencia o ausencia de microorganismos (positiva o negativa), un ejemplo de la presencia o ausencia de microorganismos es *Salmonella*, que es reportada frecuentemente en alimentos.

Por otra parte un cierto nivel de microorganismos puede ser aceptable, ejemplo, una unidad puede ser aceptable si hay menos de 2 *S. aureus*/g .

Este plan es usado cuando se desean obtener resultados de presencia o ausencia de microorganismos, además es recomendable cuando no se admite un resultado positivo es decir $c=0$.

Un plan de 2 clases tiene la desventaja de tener una verdadera distribución de la variable en estudio, pero no puede ser determinada, pero puede ser evaluada a través del uso de las distribuciones Hipergeométrica, Binomial o Poisson.

Para utilizar este tipo de plan es necesario conocer dos números, el primero es el número de unidades de la muestra y es representado por la letra n ; y el segundo es el número máximo aceptable de defectos en las unidades de la muestra representado por la letra c . (Este es el número marginal permisible).

Ejemplo:

Un plan de muestreo $n=10$, $c=2$ significa tomar una muestra de 10 unidades de muestra y hacer una prueba por cada unidad de muestra y: Si en 2 ó menos unidades de muestra hay presencia de un microorganismo .- Aceptar el lote.

Si en 3 ó más unidades de muestra presentan un microorganismo .- Rechazar el lote.

Con lo anterior se observa que este tipo de plan de muestreo depende de n y c .

Si en un mismo número de unidades de muestra disminuye c , el plan es más severo y esto se hace para dar más calidad al alimento de la que siempre se ofrece.

Al comparar $n=10$, $c=2$ con $n=15$, $c=2$ y $n=10$, $c=1$; éstos últimos son más exigentes que $n=10$ y $C=2$, ya que $n=15$, $c=2$ tiene un mayor número de unidades de muestra pero sólo permite 2 defectos, mientras que el segundo caso $n=10$, $c=1$, tiene el mismo número de unidades de muestra pero sólo acepta 1 defecto.

Pero si observamos $n=5$, $c=2$ y $n=10$, $c=3$ son menos severos que $n=10$, $c=2$.

Pasos para seleccionar y aplicar un muestreo por atributos (2 –clases)

1. Seleccionar los datos de interés.
2. Definir las unidades de muestra que constituyen un lote.
3. Determinar y evaluar el riesgo del productor y/o riesgo del consumidor .
4. Obtener una estimación del proceso promedio.
5. Seleccionar un plan que dé a conocer el riesgo y la calidad del lote requerido.
6. Calcular la curva característica de operación
7. Aplicar el plan en un grupo de unidades seleccionadas al azar de un lote.
8. Mantener registros en el proceso medio o promedio y hacer cambios en el plan si es necesario.

Ejemplo:

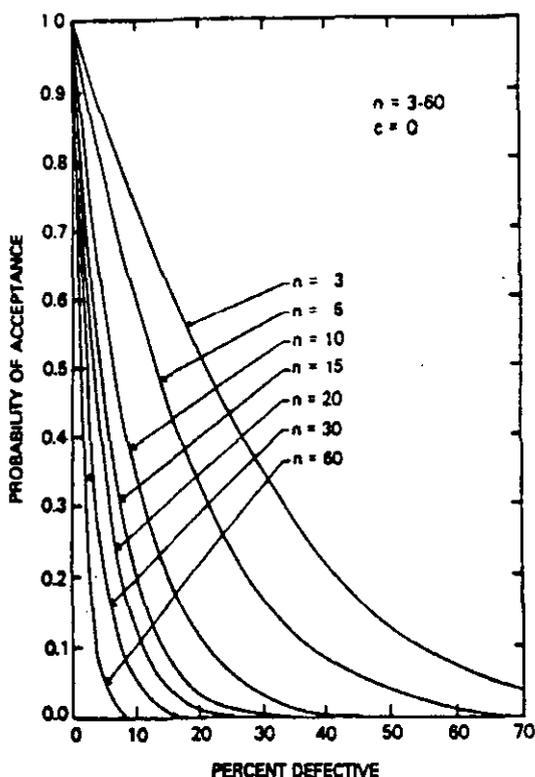
Considerar que un lote $N > 1000$ unidades es analizado para detectar *Salmonella* MPN/g.

La unidad puede ser defectuosa si $MPN \geq 100/g$ y la unidad puede ser no defectuosa si tiene $MPN < 100/g$.

Un plan de muestreo es definido por el número de unidades n de la muestra y el número de defectuosos, $c=0$ y en cambio, la aceptación de lotes, (riesgo del consumidor), con 8% o más de unidades defectuosas es igual al 10%.

Usando este criterio seleccionar un plan de muestreo cuando $n=30, c=0$

Plan de muestreo por atributos (2-clases) para $n=3, 5, 10, 15, 20, 30, 60$ y $c=0$



La figura presenta la curva característica de operación de siete planes de muestreo (2-clases). Estas curvas de operación para este tipo de plan es usado para ayudar a ilustrar el proceso de selección de un plan.

Para una información completa de los planes se deberá recurrir a Dodge-Romig, Duncan y a la ICMSF, donde se presentan referencias de los planes de muestreo, curvas de operación y evaluación de n y c .

La figura tiene un número de aceptación $c=0$, que significa que no debe tener ningún resultado positivo; sobre el lote de prueba se decidirá el resultado de aceptación o rechazo de un lote en específico.

Los planes $n=15, 30$ y $60, c=0$ son específicos para *Salmonella*.

Una prueba positiva indica que una o más de las unidades son positivas para n unidades aunadas.

El plan $n=3, c=0$ es usado como protección de la materia prima.

Algunos procedimientos analíticos son suficientemente sensitivos, es decir detectan la presencia de un simple microorganismo cuando las unidades de muestreo son aunadas.

Una prueba positiva indica que una o más unidades pueden ser positivas de n unidades aunada.

Esto produce que la decisión del plan ($n=5, c=0$) como para las unidades tienen que ser analizadas por separado.

Unidades de muestra aunadas no pueden ser determinadas cuando $c>0$ ó cuando una muestra positiva es definida como mayor o igual a X microorganismos por gramo.

PLAN DE MUESTREO POR ATRIBUTOS (TRES CLASES)

Este plan por atributos de tres clases, fue desarrollado por Bray (1973: 85:575) y la ICMSF con el propósito de que estas técnicas de muestreo fueran usadas como métodos recomendados por Tatcher y Clark (1968) quienes expusieron que "Las pruebas que son de interés principalmente para planes puedan ser aplicadas en lotes presentados para aceptación en puertos o en puntos de entrada". También, los planes son usados para inspeccionar lotes en países o corporaciones en donde se conozca más sobre el lote.

En un plan de este tipo, el producto en términos microbiológicos puede ser dividido en tres clases y una selección de dos niveles de la muestra, **m** y **M**. Sin embargo en planes de tres clases hay dos números **n** y **c**, con lo cual es posible encontrar la probabilidad de aceptación para un lote de alimento.

El plan de muestreo por atributos de 3-clases presenta con detalle la descripción de los tipos de métodos microbiológicos recomendados, riesgo potencial de contaminación y subsecuentes, riesgos para un determinado grupo de productos. Las sugerencias son presentadas para pescado, productos derivados de pescado, vegetales y derivados así como alimentos frescos y congelados.

Los planes de 3-clases difieren de los de un plan de muestreo múltiple por limitantes microbiológicas.

La selección de límites es difícil, por lo que se ha decidido seleccionar dos números y se denotan de la siguiente manera:

El nivel más pequeño con la letra **m** y el nivel más grande por **M**, los cuáles se pueden evaluar en un rango [**m** , **M**] puede considerarse si:

Las observaciones que caen en esta región se definen por dos limitantes que son llamados aceptación y rechazo, de por medio está el límite marginal.

Cuando el resultado es aceptable tiene valores iguales o menores que **m**.

Las observaciones marginales cuando los valores son mayores que **m** e igual o menor que **M**.

Un resultado inaceptable o de rechazo es cuando los valores son mayores que **M**.

Los planes de atributos de 3-clases pueden ser especificados por el tamaño de muestra, **n**, el número de unidades permitidas c_1 entre límites mayor o igual que **m** y menor o igual que **M** y el número de unidades permitidas c_2 igual o mayor que **M**.

En un plan de tres clases son necesarios los números **n** y **c**.

Pasos para seleccionar un plan de muestreo de 3-clases:

1. Especificar el alimento y mediciones a realizar. (Pescado fresco y medir coliformes fecales).
2. Determinar el riesgo (La ICMSF sugiere el caso 4 cuando refleja menos riesgos de higiene).
3. Selección de límites m y M para el producto que se le aplicará un muestreo. (La ICMSF recomienda $m=4$ y $M=400$ para pescado fresco)
4. El plan completo es enlistado una vez que el producto y las mediciones son especificadas.
5. Obtener resultados y decidir sobre el lote .

EJEMPLO:

Plan de muestreo para el riesgo 1,2 y 3 en un plan de muestreo de tres clases.

Hay	n=10	n=5	n=5	n=5
	c=1	c=3	c=2	c=1

En este caso los límites $[m, M]$ son colocados para definir la calidad marginal.

Cuando los riesgos son más severos (por ejemplo 4 y 5) los planes de 2-clases $n=60$ y $c=0$, $n=30$ y $c=0$, $n=20$ y $c=0$, $n=15$ y $c=0$, $n=10$ y $c=0$, y $n=5$ y $c=0$ son sugeridos.

En un plan de 2-clases significa que n unidades son analizadas y el lote es aceptado, si únicamente todas las unidades son negativas para alguna característica.

La aproximación de la ICMSF en un plan de 3 clases fue definido por los riesgos, límites sugeridos por una amplia variedad de casos específicos y sugerencias para emplear planes en particular.

Esto difiere de otros textos en un plan de muestreo en los instrumentos matemáticos por computadora y en comparación con los planes presentados y al seleccionar varias condiciones.

Las curvas características de operación presentadas como tablas de dos caminos son usadas como curvas características de operación para planes de 3-clases.

Esto refleja el hecho del verdadero porcentaje marginal que varía de la siguiente manera:

0-100% Para una porción igual a la de malas unidades (valor $\geq M$)

0-100% Cuando es una restricción obvia del porcentaje de buenas unidades + porcentaje de unidades marginales + porcentaje de malas unidades = 100%

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

Planes de muestreo STD-MIL-105D y Dodge-Romig

- Las tablas de los planes de muestreo Dodge-Romig, tienen grados de intensidad de inspección, mientras que los MIL-STD-105D designan categorías de normal, reducido y severo.
- En los planes MIL-STD-105D y Dodge-Romig, no se toma en cuenta tamaño, costo, destrucción, ni característica de calidad del material, sino el tamaño del lote, no la unidad.
- Los planes Dodge-Romig presentan muestreo simple y doble y las MIL-STD-105D, muestreo simple, doble y múltiple, dando así la oportunidad de resolver mejor las sospechas del material a estudiar.
- Una ventaja principal de las tablas Dodge-Romig es la reducida inspección necesaria para un procedimiento de inspección determinado. Esta ventaja hace especialmente atractivas las tablas, ya que la inspección se hace en el mismo lugar donde se obtienen los productos. Aunque el procedimiento para definir características del plan de muestreo es muy complejo por el número elevado de tablas disponibles.
- En las MIL-STD-105D el procedimiento para la determinación del plan es complejo pero no tanto como en las Dodge-Romig.
- Es preciso recurrir a las tablas MIL-STD-105D, cuando se quieren asegurar garantías precisas al proveedor por lo que se refiere al rechazo de lotes de buena calidad, mientras que el riesgo del cliente puede ser variado a voluntad eligiendo niveles de inspección o grados de severidad adecuada.
- Las tablas Dodge-Romig ofrecen garantías al cliente por lo que se refiere a la calidad media de salida o resultante del suministro después de la inspección.

Plan de muestreo del Departamento de Agricultura

- Los planes de muestreo del Departamento de Agricultura ofrecen grados o niveles de calidad de producto terminado o semiterminado.
- Evalúan calidad comercial del producto terminado o semiterminado, no de materia prima.
- Para hacer estudios se toma en cuenta la unidad de muestra.
- La desventaja es que es un método destructivo por lo que el tamaño de la muestra debe ser pequeña.

Plan de muestreo de la ICMSF

- Los planes de muestreo de la ICMSF proveen de protección a la salud del consumidor, en cualquier etapa del proceso.
- Son considerados para todos los tipos de alimento.
- Se evalúan haciendo un análisis microbiológico con base en las características del producto. (Aw, pH, microorganismo esperado, entre otros)
- Tienen como principal ventaja el no ser sólo un plan de muestreo, sino que sugieren el tipo de microorganismo y el tipo de alimento donde puede estar presente.
- La desventaja es que son métodos destructivos y los resultados pueden ser tardados, además de que no se utiliza el tamaño de lote como tal, sino la unidad de muestra, debido al alto costo de cada estudio

Los planes de muestreo por atributos, reducidos a tablas de muestreo, son indispensables en la industria de alimentos para disminuir el tiempo de decisión y el costo al hacer la inspección.

Es importante el muestreo por atributos porque un material es aceptado o rechazado por el simple hecho de observar sus características físicas.

COMENTARIOS

COMENTARIOS FINALES

El conocer los planes de muestreo por atributos para alimentos abre nuevos caminos de decisión para que nuestro producto sea de calidad.

En este trabajo sólo se presentan cuatro planes de muestreo por atributos, con su respectiva información, no obstante, se espera que su consulta pueda resultar de utilidad para conocer unos de los planes de muestreo más usados en la industria de alimentos y así poder tomar decisiones de aceptación o rechazo.

Por supuesto falta mucho por dar a conocer e investigar en esta área, como pueden ser los temas relacionados con programas de computación para planes de muestreo que se utilizan para facilitar el muestreo, así como indagar otros tipos de planes de muestreo que no se consideran aquí.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Amitava, Mitra; Fundamentals of Quality Control and Improvement; 1983; Ed Macmillan Publishing Company; USA; Págs. 332-403.
- Brokaw, C. H. and Kramer; Quality Control in Processing Foods; Food Technology; Vol.18; no.9; págs. 73-78; Septiembre; 1964.
- Compendium of Methods for the Microbial Examination of Foods; 1992; 3ª. ed. ; Ed. American Public Health Association; USA; Págs. 25-49.
- Dale H. Besterfield; Quality Control; 1994; Ed. Prentice Hall ; USA; Págs. 325-342.
- Dávila Ortiz, Gloria; Memorias del II Concurso Latinoamericano de Normalización Técnica de la Industria Alimentaria; 1984; Febrero; México; Págs. 62-63 y 129-139 .
- Deí Mar Donald and George Sheldon; Introduction to Quality Control; 1988; Ed. WPC; USA;
- Douglas, C. Montgomery, Control Estadístico de Calidad; 1991; Ed. Iberoamericana; México; Págs.447.
- Duncan Acheson, J; Control de Calidad y Estadística Industrial; 1989; Ed. Alfa-Omega; México; Págs. 157-209.
- Evans, James y "et.al."; The Management of Quality; 2ª. ed. ; 1993; Ed. WDC; USA; Págs. 1509.
- Feigenbaum, A.V.; Control de Calidad, 2ª. ed. ; 1993; Ed. Continental; México; Págs. 345-394 y 464-536.
- Fitzsimmons, Dank; Gaining Acceptance for Acceptance Sampling; 1980; Ed. Quality Progress; USA; Págs. 46-48.
- Fraser, D.A.S.; Fundamentos y Teorías de Inferencia Estadística; 1980; Ed. Limusa, México; Págs. 404.
- Freeman, H.A.; Statistical Methods for Quality; Mechanical Engineering; abril; 1937; pág. 261.
- Garbín, Maurizio; El Control de Calidad; 1979; Ed. Artes Gráficas Grijelmo; España; págs. 112-123 y 296-313.

- Gopal,Kanji; Total Quality Management; Vol. 8; no. 6; diciembre; 1997;CARFAX; USA.
- Hanna and Jobe; Including Quality Costs in the Lot- sizing Decision;International Journal of Quality Reliability Management, No. 6; 1996; Págs. 8-17; USA.
- Hosking;F.J.; Quality Control Techniques used in the Food Industry;1955; Ed. ASQC; Conventions Transations;USA;págs. 202-297.
- ICMSF; Microorganisms in foods 2; Sampling for Microbiological Analysis Principles and Specific Applications; 1978; Ed. Comittee; Canada.
- Juran ,J.M. "et.al"; Manual de Control de Calidad; 1990; 2ª. ed.; Ed. Reverté; México;págs. 1509.
- Kramer,A. And B.A. Twigg; Quality Control for the Food Industry; 1970;3ª. ed.;Ed. WPC .; USA.
- Marriott Norman G., Principles of Foods Sanitation, 1994; 3ª .ed., Ed. Chapman Hall, USA; pág. 9-11.
- Mendenhall, William "et.al"; Estadística Matemática con Aplicaciones; 1986; Ed. Iberoamericana;México;págs.78-102.
- Méndez, Ignacio; Conceptos muy Elementales del Muestreo con Énfasis en la Determicación Práctica del Tamaño de Muestra; Comunicaciones Técnicas (serie azul); México; IIMAS-UNAM.
- Messer, James "et.al";Compendium of Methods for the Microbiological Examinations of Foods; 1992; 3ª. ed.; Ed. American Public Health Association; USA.
- Pandurang, V. "et.al"; Sampling Theory of Survey with Applications";1984; 3ª. ed.; USA-India.
- Pyzderk, Thomas; What Every Engineer Should Know About Quality Control; 1989;Ed. Marcel –Dekker ASQC; USA; Pás. 149-166.
- Schilling, Edward; Acceptance Sampling In Quality Control; 1982;Ed. Dekker; USA.
- Schuster, José; Muestreo Estadístico en Auditoría; 1988; Ed. Macchi; Argentina.
- Stier, H.L.; Statistical Quality Control in the Canning and Preserving Industry; Bolletin; 1955.
- Stier, H.L.; How Statistical Quality Control is used in Foods Processing Industries; Transactions; ASQC Technical; Conference; 1959;M Págs. 663-674.

- Wayne, A. Taylor, Ed. Taylor Enterprises.
- .Classifying Defects and Selecting AQL 's, 1997.
- .Selecting Statistically Valid Sampling Plans;1997.
- .Selecting Representative Samples; 1995.
- .The Effect of Lot Size; 1994 .
- .Confidence Statements Associated with Sampling Plans.
- .Statistically Valid Sampling Plans; 1994.
- .The Importance of Trending Attribute Data; 1994.

- Wilbur, Gould; Total Quality Assurance for the Food Industries; 1993;2ª. ed.; Ed CTI Publications; USA.

- William, Cochran; Técnicas de Muestreo; 1992;Ed. CECSA; México;págs. 513.

APÉNDICE

DISTRIBUCIÓN POISSON

Cumulative Poisson distribution

X	A. Mean																						
	.01	.05	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	
0	.980	.951	.905	.819	.741	.670	.607	.549	.497	.449	.407												
1	1.000	.999	.995	.982	.963	.938	.910	.878	.844	.809	.772												
2		1.000	1.000	.999	.996	.986	.969	.946	.917	.886	.853												
3			1.000	1.000	1.000	.999	.998	.997	.994	.991	.987												
4				1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.999	.999												
5					1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000												
6						1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000												
7							1.000	1.000	1.000	1.000	1.000												
8								1.000	1.000	1.000	1.000												
9									1.000	1.000	1.000												
10										1.000	1.000												
11											1.000												
12												1.000											
13													1.000										
14														1.000									
15															1.000								
16																1.000							
17																	1.000						
18																		1.000					
19																			1.000				
20																				1.000			
21																					1.000		
22																						1.000	
23																							1.000
24																							1.000
25																							1.000
26																							1.000
27																							1.000
28																							1.000
29																							1.000
30																							1.000
31																							1.000
32																							1.000
33																							1.000
34																							1.000
35																							1.000
36																							1.000
37																							1.000
38																							1.000
39																							1.000
40																							1.000
41																							1.000
42																							1.000
43																							1.000
44																							1.000
45																							1.000
46																							1.000
47																							1.000
48																							1.000
49																							1.000
50																							1.000

Source: Jerry Banks and Russell G. Meikes, *Handbook of Tables and Graphs for the Industrial Engineer and Manager*, © 1984, pp. 34-35. Reprinted by permission of Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

TABLAS STD-MIL-105D

Sample size code letters

Lot or Batch Size	Special inspection levels				General inspection levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1,200	C	C	E	F	G	J	K
1,201 to 3,200	C	D	E	G	H	K	L
3,201 to 10,000	C	D	F	G	J	L	M
10,001 to 35,000	C	D	F	H	K	M	N
35,001 to 150,000	D	E	G	J	L	N	P
150,001 to 500,000	D	E	G	J	M	P	Q
500,001 and over	D	E	H	K	N	Q	R

Source: ASQC (1981), ANSI/ASQC Z1.4-1981: *American National Standard—Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes*. Reprinted with permission of ASQC.

Single sampling plans for normal inspection (master table)

Sample Size Code Letter	Acceptable Quality Levels (Normal Inspection)																															
	0.010		0.015		0.025		0.040		0.065		0.10		0.15		0.25		0.40		0.65		1.00		1.50		2.50		4.00		6.50		10.00	
	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re	A	Re
A	↓																															
B	↓																															
C	↓																															
D	↓																															
E	↓																															
F	↓																															
G	↓																															
H	↓																															
I	↓																															
J	↓																															
K	↓																															
L	↓																															
M	↓																															
N	↓																															
P	↓																															
Q	↓																															
R	↑																															

* Use first sampling plan below arrow if sample size equal, or exceeds, lot or batch size, see 10D percent inspection.
 † Use first sampling plan above arrow.
 Ac - Acceptance number
 Re - Rejection number

Source: ASQC (1981), ANSI/ASQC Z1.4-1981: American National Standard—Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes. Reprinted with the permission of ASQC.

Single sampling plans for tightened inspection (master table)

Sample Size Code Letter	Acceptable Quality Levels (tightened inspection)																				
	0.010		0.015		0.020		0.030		0.040		0.050		0.060		0.070		0.080		0.090		
	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	
A	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
B	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2	0	2
C	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3	0	3
D	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4	0	4
E	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5
F	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6	0	6
G	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7	0	7
H	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8	0	8
I	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9
J	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10
K	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11
L	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12
M	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13	0	13
N	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14	0	14
O	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15	0	15
P	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16	0	16
Q	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17	0	17
R	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18	0	18
S	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19	0	19
T	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20
U	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0	21	0	21
V	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22	0	22
W	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23	0	23
X	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24	0	24
Y	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25	0	25
Z	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26	0	26
AA	27	0	27	0	27	0	27	0	27	0	27	0	27	0	27	0	27	0	27	0	27
AB	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28	0	28
AC	29	0	29	0	29	0	29	0	29	0	29	0	29	0	29	0	29	0	29	0	29
AD	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30	0	30
AE	31	0	31	0	31	0	31	0	31	0	31	0	31	0	31	0	31	0	31	0	31
AF	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32	0	32
AG	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33	0	33
AH	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34	0	34
AI	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35	0	35
AJ	36	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36	0	36
AK	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37	0	37
AL	38	0	38	0	38	0	38	0	38	0	38	0	38	0	38	0	38	0	38	0	38
AM	39	0	39	0	39	0	39	0	39	0	39	0	39	0	39	0	39	0	39	0	39
AN	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40
AO	41	0	41	0	41	0	41	0	41	0	41	0	41	0	41	0	41	0	41	0	41
AP	42	0	42	0	42	0	42	0	42	0	42	0	42	0	42	0	42	0	42	0	42
AQ	43	0	43	0	43	0	43	0	43	0	43	0	43	0	43	0	43	0	43	0	43
AR	44	0	44	0	44	0	44	0	44	0	44	0	44	0	44	0	44	0	44	0	44
AS	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45	0	45
AT	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46	0	46
AU	47	0	47	0	47	0	47	0	47	0	47	0	47	0	47	0	47	0	47	0	47
AV	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48	0	48
AW	49	0	49	0	49	0	49	0	49	0	49	0	49	0	49	0	49	0	49	0	49
AX	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50	0	50
AY	51	0	51	0	51	0	51	0	51	0	51	0	51	0	51	0	51	0	51	0	51
AZ	52	0	52	0	52	0	52	0	52	0	52	0	52	0	52	0	52	0	52	0	52
BA	53	0	53	0	53	0	53	0	53	0	53	0	53	0	53	0	53	0	53	0	53
BB	54	0	54	0	54	0	54	0	54	0	54	0	54	0	54	0	54	0	54	0	54
BC	55	0	55	0	55	0	55	0	55	0	55	0	55	0	55	0	55	0	55	0	55
BD	56	0	56	0	56	0	56	0	56	0	56	0	56	0	56	0	56	0	56	0	56
BE	57	0	57	0	57	0	57	0	57	0	57	0	57	0	57	0	57	0	57	0	57
BF	58	0	58	0	58	0	58	0	58	0	58	0	58	0	58	0	58	0	58	0	58
BG	59	0	59	0	59	0	59	0	59	0	59	0	59	0	59	0	59	0	59	0	59
BH	60	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60	0	60
BI	61	0	61	0	61	0	61	0	61	0	61	0	61	0	61	0	61	0	61	0	61
BJ	62	0	62	0	62	0	62	0	62	0	62	0	62	0	62	0	62	0	62	0	62
BK	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63	0	63
BL	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64	0	64
BM	65	0	65	0	65	0	65	0	65	0	65	0	65	0	65	0	65	0	65	0	65
BN	66	0	66	0	66	0	66	0	66	0	66	0	66	0	66	0	66	0	66	0	66
BO	67	0	67	0	67	0	67	0	67	0	67	0	67	0	67	0	67	0	67	0	67
BP	68	0	68	0	68	0	68	0	68	0	68	0	68	0	68	0	68	0	68	0	68
BQ	69	0	69	0	69	0	69	0	69	0	69	0	69	0	69	0	69	0	69	0	69
BR	70	0	70	0	70	0	70	0	70	0	70	0	70	0	70	0	70	0	70	0	70
BS	71	0	71	0																	

Multiple sampling plans for normal inspection (master table)

Sample Size Code Letter	Number of Samples	Acceptance Number	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																		
			0.010	0.015	0.025	0.040	0.063	0.100	0.150	0.250	0.400	0.630									
			Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	
A	2	0	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	
B	3	1	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
C	5	2	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
D	7	3	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
E	10	5	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
F	15	8	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
G	20	12	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
H	25	15	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
I	32	20	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
J	40	25	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
K	50	32	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
L	63	40	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
M	80	50	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
N	100	63	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
O	125	80	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
P	160	100	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Q	200	125	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
R	250	160	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
S	315	200	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
T	400	250	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
U	500	315	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
V	630	400	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
W	800	500	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
X	1000	630	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Y	1250	800	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Z	1600	1000	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

◆ - Use first sampling plan below arrow (refer to continuation of table on following page, when necessary). If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
 ◆ - Use first sampling plan above arrow.
 Ac - Acceptance number.
 Re - Rejection number.
 * - The corresponding single sampling plan (or alternative, see multiple sampling plan below, where available).
 ** - The corresponding double sampling plan (or alternative, see multiple sampling plan below, where available).
 † - Acceptance not permitted at this sample size.

Source: ASQC (1981), ANSI/ASQC Z1.4-1981: American National Standard - Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes. Reprinted with the permission of ASQC.

TABLAS DODGE-ROMIG

Tabla de inspección por muestreo sencillo de Dodge-Romig, basada en el nivel de calidad límite¹ NCL = 1.0%

TAMAÑO DEL LOTE	PROMEDIO DEL PROCESO (%)																	
	0-0.010			0.011-0.10			0.11-0.20			0.21-0.30			0.31-0.40			0.41-0.50		
	a	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)
1-120	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0
121-150	120	3	0.06	120	0	0.06	120	0	0.06	120	0	0.06	120	0	0.06	120	0	0.06
151-200	140	0	0.08	140	0	0.08	140	0	0.08	140	0	0.08	140	0	0.08	140	0	0.08
201-300	165	0	0.10	165	0	0.10	165	0	0.10	165	0	0.10	165	0	0.10	165	0	0.10
301-400	175	0	0.12	175	0	0.12	175	0	0.12	175	0	0.12	175	0	0.12	175	0	0.12
401-500	180	0	0.13	180	0	0.13	180	0	0.13	180	0	0.13	180	0	0.13	180	0	0.13
501-600	190	0	0.13	190	0	0.13	190	0	0.13	190	0	0.13	190	0	0.13	305	1	0.14
601-800	200	0	0.14	200	0	0.14	200	0	0.14	330	1	0.15	330	1	0.15	330	1	0.15
801-1,000	205	0	0.14	205	0	0.14	205	0	0.14	335	1	0.17	335	1	0.17	335	1	0.17
1,001-2,000	220	0	0.15	220	0	0.15	360	1	0.19	490	2	0.21	490	2	0.21	610	3	0.22
2,001-3,000	220	0	0.15	375	1	0.20	505	2	0.23	630	3	0.24	745	4	0.26	870	5	0.26
3,001-4,000	225	0	0.15	380	1	0.20	510	2	0.24	645	3	0.25	880	5	0.28	1,000	6	0.29
4,001-5,000	225	0	0.16	380	1	0.20	520	2	0.24	770	4	0.28	895	5	0.29	1,120	7	0.31
5,001-7,000	230	0	0.16	385	1	0.21	655	3	0.27	780	4	0.29	1,020	6	0.32	1,260	8	0.34
7,001-10,000	230	0	0.16	520	2	0.25	660	3	0.28	910	5	0.32	1,150	7	0.34	1,500	10	0.37
10,001-20,000	390	1	0.21	525	2	0.26	785	4	0.31	1,040	6	0.35	1,400	9	0.39	1,980	14	0.43
20,001-50,000	390	1	0.21	530	2	0.26	920	5	0.34	1,300	8	0.39	1,890	13	0.44	2,570	19	0.48
50,001-100,000	390	1	0.21	570	3	0.29	1,040	6	0.36	1,420	9	0.41	2,120	15	0.47	3,150	23	0.50

¹ a = tamaño de la muestra (la entrada "Todo" indica que se inspecciona todas las piezas de lote); c, número de aceptación; LCMS, límite de la calidad; ...=límite de salida

Tabla de Inspección de lotes por muestreo simple de Dodge-Romig, basado en el límite de calidad media de salida, L.C.M.S. = 3.0%.

TAMAÑO DEL LOTE	PROMEDIO DEL PROCESO %																	
	0-0.06			0.07-0.60			0.61-1.20			1.21-1.80			1.81-2.40			2.41-3.00		
	n	c	NCL (%)	n	c	NCL (%)	n	c	NCL (%)	n	c	NCL (%)	n	c	NCL (%)	n	c	NCL (%)
1-10	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—	All	0	—
11-50	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0	10	0	19.0
51-100	11	0	18.0	11	0	18.0	11	0	18.0	11	0	18.0	11	0	18.0	22	1	16.4
101-200	12	0	17.0	12	0	17.0	12	0	17.0	25	1	15.1	25	1	15.1	25	1	15.1
201-300	12	0	17.0	12	0	17.0	26	1	14.6	26	1	14.6	26	1	14.6	40	2	12.8
301-400	12	0	17.1	17	0	17.1	26	1	14.7	26	1	14.7	41	2	12.7	41	2	12.7
401-500	12	0	17.2	27	1	14.1	27	1	14.1	42	2	12.4	42	2	12.4	42	2	12.4
501-600	12	0	17.3	27	1	14.2	27	1	14.2	42	2	12.4	42	2	12.4	60	3	10.8
601-800	12	0	17.3	27	1	14.2	27	1	14.2	43	2	12.1	60	3	10.9	60	3	10.9
801-1,000	12	0	17.4	27	1	14.2	44	2	11.8	44	2	11.8	60	3	11.0	80	4	9.8
1,001-2,000	12	0	17.5	28	1	13.8	45	2	11.7	65	3	10.2	80	4	9.8	100	5	9.1
2,001-3,000	12	0	17.5	28	1	13.8	45	2	11.7	65	3	10.2	100	5	9.1	140	7	8.2
3,001-4,000	12	0	17.5	28	1	13.8	65	3	10.3	85	4	9.5	125	6	8.4	165	8	7.8
4,001-5,000	28	1	13.8	28	1	13.8	65	3	10.3	85	4	9.5	125	6	8.4	210	10	7.4
5,001-7,000	28	1	13.8	45	2	11.8	65	3	10.3	105	5	8.8	145	7	8.1	235	11	7.1
7,001-10,000	28	1	13.9	46	2	11.6	65	3	10.3	105	5	8.8	170	8	7.6	280	13	6.8
10,001-20,000	28	1	13.9	46	2	11.7	85	4	9.5	125	6	8.4	215	10	7.2	380	17	6.2
20,001-50,000	28	1	13.9	65	3	10.3	105	5	8.8	170	8	7.6	310	14	6.5	560	24	5.7
50,001-100,000	28	1	13.9	65	3	10.3	125	6	8.4	215	10	7.2	385	17	6.2	690	29	5.4

* n, tamaño de la muestra (n unidades "lotes" que se inspecciona cada una de las partes del lote); c, número de aceptación en la muestra; NCL, número de calidad límite, correspondiente a un riesgo de consumidor (α) = 0.10

**TABLAS DEL DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE
LOS ESTADOS UNIDOS (USDA)**

SAMPLING PLANS AND ACCEPTANCE LEVELS—DEHYDRATED (LOW-MOISTURE) FRUITS AND VEGETABLES

Container Size Group	Lot Size (No. of Containers)									
Group 1—Any type of container of 1 lb or less net weight	1,800 or less	1,801-8,400	8,401-18,000	18,001-36,000	36,001-60,000	60,001-96,000	96,001-132,000	132,001-168,000	Over 168,000	
Group 2—Any type of container over 1 lb but not over 6 lb net weight	900 or less	901-3,600	3,601-10,800	10,801-18,000	18,001-36,000	36,001-60,000	60,001-84,000	84,001-120,000	Over 120,000	
Group 3—Any type of container over 6 lb but not over 20 lb net weight	200 or less	201-800	801-1,600	1,601-3,200	3,201-8,000	8,001-16,000	16,001-24,000	24,001-32,000	Over 32,000	
Group 4—Any type of container over 20 lb but not over 100 lb net weight	48 or less	49-400	401-1,200	1,201-2,000	2,001-2,800	2,801-6,000	6,001-9,600	9,601-15,000	Over 15,000	
Group 5—Any type of container over 100 lb net weight	16 or less	17-80	81-200	201-400	401-800	801-1,200	1,201-2,000	2,001-3,200	Over 3,200	
			Single Sampling Plans							
Sample size (No. of sample units) ¹	3	6	13	21	29	38	48	60		
Acceptance No.	0	1	2	3	4	5	6	7		

¹The sample units for the various container size groups are as follows: Group 1—1 container and its entire contents. Groups 2, 3, 4, and 5—1 container and its entire contents or a smaller sample unit when determined by the inspector to be adequate.

SAMPLING PLANS AND ACCEPTANCE LEVELS—CANNED, FROZEN, OR OTHERWISE PROCESSED FRUITS, VEGETABLES, RELATED PRODUCTS, AND PRODUCTS THEREOF OF A COMMINUTED, FLUID, OR HOMOGENEOUS STATE

Container Size Group ¹	Lot Size (No. of Containers)									
Group 1—Any type of container of 12 oz or less	5,400 or less	5,401-21,600	21,601-62,400	62,401-112,000	112,001-174,000	174,001-240,000	240,001-360,000	360,001-480,000	Over 480,000	
Group 2—Any type of container over 12 oz but not over 60 oz	3,600 or less	3,601-14,400	14,401-48,000	48,001-96,000	96,001-156,000	156,001-228,000	228,001-300,000	300,001-420,000	Over 420,000	
Group 3—Any type of container over 60 oz but not over 160 oz	1,800 or less	1,801-8,400	8,401-18,000	18,001-36,000	36,001-60,000	60,001-96,000	96,001-132,000	132,001-168,000	Over 168,000	
Group 4—Any type of container over 160 oz, but not over 100 lb, whichever is applicable	200 or less	201-800	801-1,600	1,601-3,200	3,201-8,000	8,001-16,000	16,001-24,000	24,001-32,000	Over 32,000	
Group 5—Any type of container over 10 gal. or 100 lb whichever is applicable	25 or less	26-80	81-200	201-400	401-800	801-1,200	1,201-2,000	2,001-3,200	Over 3,200	
Group 6—Honey Only—Any type of container of a volume equal to or exceeding that of a 5-gal container	—	20 or less	21-150	151-400	401-800	801-1,200	1,201-2,000	2,001-3,200	Over 3,200	
			Single Sampling Plans							
Sample size (No. of sample units) ²	3	6	13	21	29	38	48	60	72	
Acceptance No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	

¹Ounces pertain to either fluid ounces of volume or avoirdupois ounces of net weight whichever is applicable for the product involved.

²The sample units for the various container size groups are as follows: Group 1, 2, and 3—1 container and its entire contents. A smaller sample unit may be substituted in group 3 at the inspector's discretion. Groups 4, 5, and 6—approximately 16 oz of product. When determined by the inspector that a 16-oz sample unit is inadequate, a larger sample unit may be substituted.

SAMPLING PLANS AND ACCEPTANCE LEVELS—FROZEN OR SIMILARLY PROCESSED FRUITS, VEGETABLES, AND PRODUCTS THEREOF CONTAINING UNITS OF SUCH SIZE AND CHARACTER AS TO BE READILY SEPARABLE

Container Size Group	Lot Size (No. of Containers)									
Group 1—Any type of container of 1 lb or less net weight	2,400 or less	2,401–12,000	12,001–24,000	24,001–48,000	48,001–72,000	72,001–108,000	108,001–168,000	168,001–240,000	Over 240,000	
Group 2—Any type of container over 1 lb but not over 4 lb net weight	1,800 or less	1,801–8,400	8,401–18,000	18,001–36,000	36,001–60,000	60,001–96,000	96,001–132,000	132,001–168,000	Over 168,000	
Group 3—Any type of container over 4 lb but not over 10 lb net weight	900 or less	901–3,600	3,601–10,800	10,801–18,000	18,001–36,000	36,001–60,000	60,001–84,000	84,001–120,000	Over 120,000	
Group 4—Any type of container over 10 lb but not over 100 lb net weight	200 or less	201–800	801–1,600	1,601–2,400	2,401–3,600	3,601–8,000	8,001–16,000	16,001–28,000	Over 28,000	
Group 5—Any type of container over 100 lb net weight	25 or less	26–80	81–200	201–400	401–800	801–1,200	1,201–2,000	2,001–3,200	Over 3,200	
			Single Sampling Plans							
Sample size (No. of sample units) ¹	3	6	13	21	29	38	48	60		
Acceptance No.	0	1	2	3	4	5	6	7		

¹The sample units for the various container size groups are as follows: Groups 1, 2, and 3—1 container and its entire contents. Groups 4 and 5—approximately 3 lb of product. When determined by the inspector that a 3-lb sample unit is inadequate, a larger sample unit of 1 or more containers and their contents may be substituted for 1 or more sample units of 3 lb.

**SINGLE SAMPLING PLANS AND ACCEPTANCE LEVELS—CANNED OR SIMILARLY PROCESSED FRUITS, VEGETABLES, AND PRODUCTS THEREOF
CONTAINING UNITS OF SUCH SIZE AND CHARACTER AS TO BE READILY SEPARABLE**

Container Size Group	Lot Size (No. of Containers)									
Group 1—Any type of container of less volume than that of a No. 300 size can (300 × 407)	3,600 or less	3,601–14,400	14,401–48,000	48,001–96,000	96,001–156,000	156,001–228,000	228,001–300,000	300,001–420,000	Over 420,000	
Group 2—Any type of container of a volume equal to or exceeding that of a No. 300 size can, but not exceeding that of a No. 3 cylinder size can (404 × 700)	2,400 or less	2,401–12,000	12,001–24,000	24,001–48,000	48,001–72,000	72,001–108,000	108,001–168,000	168,001–210,000	Over 240,000	
Group 3—Any type of container of a volume exceeding that of a No. 3 cylinder size can, but not exceeding that of a No. 12 size can (603 × 812)	1,200 or less	1,201–7,200	7,201–15,000	15,001–24,000	24,001–36,000	36,001–60,000	60,001–84,000	84,001–120,000	Over 120,000	
Group 4—Any type of container of a volume exceeding that of a No. 12 size can, but not exceeding that of a 5-gal. container	200 or less	201–800	801–1,600	1,601–2,400	2,401–3,600	3,601–8,000	8,001–16,000	16,001–28,000	Over 28,000	
Group 5—Any type of container of a volume exceeding that of a 5-gal. container	25 or less	26–80	81–200	201–400	401–800	801–1,200	1,201–2,000	2,001–3,200	Over 3,200	
			Single Sampling Plans							
Sample size (No. of sample units) ¹	3	6	13	21	24	38	48	60	72	
Acceptance No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	

¹The sample units for the various container size groups are as follows: Groups 1, 2 and 3—1 container and its entire contents. Groups 4 and 5—approximately 2 lb of product. When determined by the inspector that a 2-lb sample unit is inadequate, a larger sample unit may be substituted.

TABLES ICMSF

TABLE

Two-class plans ($r = 0$)Probabilities of acceptance (P_a) of lots containing indicated proportions of acceptable and defective sample units

Composition of lot		Number of sample units tested from the population (n)									
% Acceptable ($100-p$)	% Defective (p)	3	5	10	15	20	30	60	100		
98	2	0.94	0.90	0.82	0.74	0.67	0.55	0.30	0.13		
95	5	0.86	0.77	0.60	0.46	0.36	0.21	0.05	0.01		
90	10	0.73	0.59	0.35	0.21	0.12	0.04	<	<		
80	20	0.51	0.33	0.11	0.04	0.01	<	<	<		
70	30	0.34	0.17	0.03	<	<	<	<	<		
60	40	0.22	0.08	0.01	<	<	<	<	<		
50	50	0.13	0.03	<	<	<	<	<	<		
40	60	0.06	0.01	<	<	<	<	<	<		
30	70	0.03	<	<	<	<	<	<	<		
20	80	0.01	<	<	<	<	<	<	<		
10	90	<*	<	<	<	<	<	<	<		

* < means $P_a < 0.005$

TABLE 1

Two-class plans (selected c values)Probabilities of acceptance (P_a) of lots containing indicated proportions of acceptable and defective sample units

Composition of lot	Number of sample units tested from the population (n) (top line) and c value (2nd Line)																				
	5		10		15		20		25		30										
% Acceptable (100-p)	Defective	3	2	1	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	5	4	3	2	1	
98	2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	0.94	1.00	1.00	1.00	1.00	0.96	0.94
95	5	1.00	1.00	0.98	1.00	0.99	0.91	1.00	0.99	1.00	0.83	1.00	1.00	1.00	0.74	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.74
90	10	1.00	0.99	0.92	0.99	0.93	0.74	0.99	0.99	0.82	0.55	1.00	1.00	1.00	0.96	1.00	1.00	1.00	1.00	0.82	0.39
80	20	0.99	0.94	0.74	0.88	0.68	0.38	0.84	0.68	0.40	0.17	1.00	1.00	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00	1.00	0.40	0.07
70	30	0.97	0.84	0.53	0.65	0.38	0.15	0.52	0.38	0.13	0.04	1.00	1.00	1.00	0.24	1.00	1.00	1.00	1.00	0.13	0.01
60	40	0.91	0.64	0.34	0.38	0.17	0.05	0.22	0.05	0.03	0.01	1.00	1.00	1.00	0.05	1.00	1.00	1.00	1.00	0.03	<
50	50	0.81	0.50	0.19	0.17	0.05	0.01	0.06	0.01	<	<	1.00	1.00	1.00	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00	0.01	<
40	60	0.66	0.32	0.09	0.05	0.01	<	0.01	<	<	<	1.00	1.00	1.00	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00	0.01	<
30	70	0.47	0.16	0.03	0.01	<	<	<	<	<	<	1.00	1.00	1.00	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00	0.01	<
20	80	0.26	0.06	0.01	<	<	<	<	<	<	<	1.00	1.00	1.00	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00	0.01	<
10	90	0.08	0.01	<	<	<	<	<	<	<	<	1.00	1.00	1.00	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00	0.01	<
5	95	0.02	<	<	<	<	<	<	<	<	<	1.00	1.00	1.00	0.01	1.00	1.00	1.00	1.00	0.01	<

* < means $P_a < 0.005$

TABLE.
 Three-class plans: probabilities of acceptance (P_a) of lots containing indicated proportions for selected numbers of sample units tested
 and r values (P_d = per cent defective, P_a = per cent marginal).

P_d	P_a									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$n = 5, r = 3$										
70	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
60	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	<	<	<	<	<
50	0.03	0.03	0.03	0.06	0.04	0.02	0.03	0.04	<	<
40	0.08	0.08	0.07	0.06	0.04	0.02	0.03	0.04	<	<
30	0.17	0.17	0.16	0.15	0.12	0.10	0.12	0.04	<	<
20	0.33	0.33	0.32	0.30	0.27	0.20	0.18	0.06	<	<
10	0.59	0.59	0.58	0.53	0.43	0.32	0.28	0.31	0.14	0.02
5	0.77	0.77	0.77	0.75	0.69	0.69	0.47	0.40	0.21	0.05
2	0.90	0.90	0.90	0.87	0.82	0.72	0.58	0.40	0.21	0.05
0	1.0	1.0	0.99	0.97	0.91	0.81	0.66	0.47	0.26	0.08
$n = 5, r = 2$										
70	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
60	0.01	0.01	0.01	0.01	<	<	<	<	<	<
50	0.03	0.03	0.02	0.04	0.02	<	<	<	<	<
40	0.08	0.08	0.06	0.04	0.02	0.02	0.03	0.01	<	<
30	0.17	0.16	0.14	0.11	0.06	0.02	0.03	0.01	<	<
20	0.33	0.32	0.29	0.24	0.16	0.09	0.12	0.05	0.01	<
10	0.59	0.58	0.55	0.47	0.36	0.23	0.20	0.09	0.02	<
5	0.77	0.77	0.72	0.63	0.50	0.35	0.30	0.09	0.02	<
2	0.90	0.90	0.85	0.75	0.60	0.43	0.37	0.13	0.04	<
0	1.0	0.99	0.94	0.84	0.68	0.50	0.32	0.16	0.06	0.01

TABLE (Continued)

P_2		P_1									
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$n = 5, r = 1$		<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
70	0	<	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	<
50	0	0.03	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.03	0.03	0.01	<
40	0	0.08	0.06	0.09	0.13	0.16	0.12	0.05	0.05	0.01	<
30	0	0.17	0.14	0.21	0.27	0.23	0.12	0.05	0.02	0.01	<
20	0	0.33	0.29	0.41	0.37	0.23	0.12	0.05	0.02	0.01	<
10	0	0.59	0.53	0.70	0.55	0.29	0.16	0.07	0.02	0.01	<
5	0	0.77	0.70	0.83	0.47	0.34	0.19	0.09	0.03	0.01	<
2	0	0.90	0.83	0.66	0.53						
0	0	1.0	0.92	0.74	0.53						
$n = 10, r = 3$		<	<	<	<	<	<	<	<	<	<
50	0	<	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	<
40	0	0.01	0.03	0.04	0.05	0.05	0.02	0.02	0.02	0.01	<
30	0	0.03	0.10	0.08	0.30	0.10	0.01	0.01	0.01	0.01	<
20	0	0.11	0.10	0.29	0.30	0.30	0.08	0.02	0.02	0.01	<
10	0	0.35	0.34	0.59	0.51	0.30	0.04	0.02	0.02	0.01	<
5	0	0.60	0.59	0.71	0.52	0.30	0.13	0.04	0.04	0.01	<
2	0	0.82	0.81	0.71	0.52	0.30	0.13	0.04	0.04	0.01	<
0	0	1.0	0.99	0.88	0.65	0.38	0.17	0.05	0.05	0.01	<

(Continued)

P_0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
$r = 2$									
<									
0.01	<	<	<	<	<				
0.03	0.02	0.01	0.02	0.01					
0.11	0.09	0.06	0.04	0.04	<				
0.35	0.32	0.31	0.10	0.08	0.01	<			
0.60	0.55	0.39	0.20	0.08	0.02	<			
0.82	0.76	0.54	0.30	0.13	0.04	0.01	<		
1.0	0.93	0.68	0.38	0.17	0.05	0.01	<	<	
$r = 1$									
<									
0.01	<								
0.03	0.03	<	<	<					
0.11	0.07	0.03	0.01	0.01	<				
0.35	0.24	0.11	0.04	0.01	<				
0.60	0.43	0.21	0.08	0.02	<				
0.82	0.59	0.30	0.11	0.03	0.01	<			
1.0	0.74	0.38	0.15	0.05	0.01	<	<	<	

of these blocks of numbers, relating P_0 to P_{10} and P_{20} , represents a three-dimensional relation called an OC surface, corresponding to a two-dimensional OC curve. means $P_0 < 0.005$

TABLE:

Probabilities of acceptance (P_a) for two- and three-class attributes sampling plans when the lot examined contains 5%, 20%, or 50% of sample units $> m$

Sampling plan		* of sample unit results in the lot exceeding m						
		5%		20%		50%		
n	c	2-class plan	3-class plan $P_a > A/$	2-class plan	3-class plan $P_a > A/$	2-class plan	3-class plan $P_a > A/$	
		0	5	0	10	20	25	50
5	0	0.77	0.77	0.33	0.33	0.33	0.03	0.03
5	1	0.98	0.98	0.74	0.33	0.33	0.19	0.11
5	2	1.00	1.00	0.94	0.38	0.33	0.50	0.19
5	3	1.00	1.00	0.99	0.59	0.33	0.81	0.33
10	0	0.60	0.60	0.11	0.11	0.11	<	<
10	1	0.91	0.91	0.38	0.24	0.11	0.01	0.01
10	2	0.99	0.99	0.68	0.32	0.11	0.05	0.02
10	3	1.00	1.00	0.88	0.34	0.11	0.17	0.03
15	0	0.46	0.46	0.04	0.04	0.04	<	<
20	0	0.36	0.36	0.01	0.01	0.01	<	<
60	0	0.05	0.05	<*	<	<	<	<

* '<' means $P_a < 0.005$

TABLE

Representative food-borne pathogens or toxins*

Organism	Frequency	Distribution	Vehicles ^a	Secondary factors that influence stringency of sampling
SEVERE HAZARDS				
<i>Clostridium botulinum</i> (Botulism)	Rare in areas with effective food control	Widespread	Faultily processed (canned or preserved) foods; meat products; raw & smoked fish	High mortality; rapid recognition and specific treatments may be essential for patient survival
<i>Salmonella typhi</i> , <i>S. paratyphi</i> & <i>S. cholerae</i> <i>sensu lato</i> (Typhoid & paratyphoid fevers)	Endemic in many parts of world; occasionally epidemic	Worldwide	Water; raw milk & milk products; meat products & vegetables	Low infective dose; require prolonged medical care; liable to result in carrier state (especially <i>S. typhi</i>)
<i>Shigella dysenteriae</i> 1, (Shigaer) (Shigellosis, Shiga dysentery)	Sporadic or epidemic	Central America, Mexico, North & Central Africa, Japan & Southeast Asia	Water, vegetable & salad foods	High mortality rate; frequently misdiagnosed
<i>Vibrio cholerae</i> (Cholera)	Sporadic, endemic & occasionally epidemic	Asia, Middle East, North & Central Africa	Water, various foods	
<i>Brevibacterium pasteurianus</i> (Brucellosis)	Notoriously rare, but occasionally endemic	Mediterranean countries	Goat milk & cheese	Convalescence often prolonged
<i>Clostridium perfringens</i> , type C (Enteritis necroticans)	Rare	Sporadic in Europe; New Guinea	Cooked meats	
Infectious hepatitis virus ^b	Common	Worldwide	Water, milk & milk products; salad foods; vegetables & shellfish	Very severe for patient with liver disease; long duration

TABLE: (continued)
Representative food-borne pathogens or toxins*

Organism	Frequency	Distribution	Vehicles ^b	Secondary factors that influence stringency of sampling
II. MODERATE HAZARDS: POTENTIALLY EXTENSIVE SPREAD^c				
<i>Salmonella typhimurium</i> and other salmonellae spp. (Salmonellosis)	Common	Worldwide	Poultry & eggs; meats: wide range of other foods	Serious for the young & old
<i>Shigella</i> (see Section I) (Shigellosis, Flexner & Sonne dysentery)	Common; endemic in certain areas	Worldwide	Water, salads, fruits	Serious for young & old; difficult to isolate organism from foods
<i>Vibrio parahaemolyticus</i> stress	Common in Japan; increasingly reported from elsewhere	Far East Probably widespread	Marine fish; crustacea	Increased risk from raw or inadequately cooked fish
<i>Escherichia coli</i> (enteropathogenic)	Increasingly reported from several areas	Probably worldwide	Meats, raw milk & milk products	Serious for the young
Beta-haemolytic streptococcus	Infrequently food-borne	Widespread	Raw milk & milk products; egg salads	Certain group A types are liable to cause acute pharyngitis, nephritis, arthritis & cardio-vascular complications

TABLE I (Continued)
Representative food-borne pathogens or toxins^a

Organism	Frequency	Distribution	Vehicles ^b	Secondary factors that influence stringency of sampling
III. MICROBIAL HAZARDS: LIMITED SPREAD^c				
<i>Bacillus cereus</i>	Increasingly reported from several areas	Probably worldwide	Reconstituted cereal products; milk, puddings & custards; rice	
<i>Branella abortus</i>	Sporadic in several parts of world	Widespread	Raw milk & cream; fresh cheese	
<i>Clostridium perfringens</i>	Common	Probably worldwide	Cooked meats & poultry	
<i>Staphylococcus (enterotoxigenic)</i> (Staphylococcal enterotoxinosis or food poisoning)	Common	Worldwide	Ham, meat & poultry products; cream-filled pastries & exposed cooked foods; sauces & dressings; milk, cheese & egg dishes; crustacea	

^a For fuller details of food-borne diseases, consult Bryan, 1971

^b For diseases conveyed by milk, see also Joint FAO WHO, 1970

^c Sometimes *Shigella dysenteriae* causes mild food poisoning.

^d The virus has not yet been isolated from foods.

^e See 'Conclusions', p. 39, for explanation of extensive and limited spread.