

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROPUESTA DE UN PLAN DE MUESTREO PARA LA RECEPCIÓN DE MATERIALES DE EMPAQUE PARA AZÚCAR REFINO, EN CENTRAL EL PALMAR SOCIEDAD ANÓNIMA.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela
Por la Br. Raidelyn N, Cortez N.
Para optar al Título de
Ingeniero de Procesos Industriales.

Cagua, junio de 2016.

TRABAJO FINAL DE GRADO

PROPUESTA DE UN PLAN DE MUESTREO PARA LA RECEPCIÓN DE MATERIALES DE EMPAQUE PARA AZÚCAR REFINO, EN CENTRAL EL PALMAR SOCIEDAD ANÓNIMA.

Tutor Académico: Ing. M. Sc. Luis Alexander Díaz.

Tutor Industrial: Ing. Kelly Caldera.

Autora: Raidelyn N. Cortez N.

Cagua, junio de 2016.

ACTA DE APROBACIÓN

Los abajo firmantes, miembros del jurado evaluador designado por el Consejo de Escuela de Ingeniería de Procesos Industriales, Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, para evaluar el Trabajo Final de Grado presentado por la bachillera **Raidelyn Nathaly Cortez Narea**, CI 17.578.840, titulado: **Propuesta de un plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque para azúcar refino, en Central El Palmar Sociedad Anónima**, consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudios conducente al Título de Ingeniero de Proceso Industriales, sin que ello signifique que se hacen solidarios con las ideas expuestas por la autora, por lo que lo declaran **APROBADO**.

En Cagua, estado Aragua, a los siete (07) días, del mes de junio de 2016.



Prof. Isabel E. Díaz M.

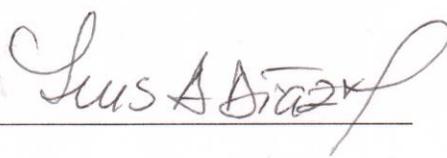
CI. 3.752.495.

Jurado Principal.

Prof. Pedro Acosta M.

CI. 6.170.015.

Jurado Principal.



Prof. Luis Alexander Díaz M.

CI. 14.730.037.

Tutor / Coordinador del Jurado.

lad/

Jun / 2016.

DEDICATORIA

A Dios, por concederme salud y determinación para lograr esta gran meta.

A mis padres Ignacia y Santiago, los robles que me apoyan en todo lo que emprendo. Sin su apoyo incondicional y desinteresado esto no sería posible.

A mis hermanos, quienes siempre me han impulsado a luchar por lo que quiero. Este logro no es sólo mío, también es de ustedes.

A mis sobrinos, esas personitas que constantemente alegran mis días, los que me enseñan a diario.

A mis hijos postizos Danaly y Daniel, este logro es por ustedes y para ustedes. Los amo más que a mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por concederme la dicha de nacer, compartir y aprender tanto de la gran familia que tengo. Por darme las fuerzas y motivaciones para siempre seguir adelante. Por ayudarme a culminar satisfactoriamente mi formación universitaria.

A mis padres, son mi mayor bendición y mis mayores ejemplos a seguir, gracias por estar conmigo en todo momento, por apoyarme en cada paso que he dado, por enseñarme valores y principios, por consentirme siempre, en fin, por darme todo y tanto amor.

A mis hermanos, por apoyarme siempre de una u otra manera, por alentarme a continuar luchando constantemente por lo que deseo, por brindarme comprensión y amor. Gracias por soportarme cuando ni yo misma me aguanto.

A mis sobrinos, esos pequeños que a diario alegran mis días con sus ocurrencias y tremenduras, gracias por ser una motivación más para salir adelante, con la firme convicción de aportar mi granito de arena para brindarles la oportunidad de tener una vida más digna y placentera.

A la Universidad Central de Venezuela, por otorgarme el privilegio de adquirir tantos conocimientos y no sólo académicos, sino también esas lecciones de vida que aprendí en ella, para tener la firmeza y determinación de vencer las sombras.

A mis amigos, esos que han luchado conmigo, hombro a hombro, esos que han compartido cada alegría y cada tristeza que ha surgido en el camino, gracias por su amistad incondicional.

A Central El Palmar S.A., por brindarme la oportunidad de realizar mis pasantías industriales dentro de sus instalaciones. Infinitas gracias a esas personas que siempre fueron receptivas y estuvieron dispuestos a colaborar con la realización de mi trabajo.

A los tutores, por ser parte de este gran logro, por su guía, apoyo, y hasta por sus regaños, esos que me motivaron aún más a enfocarme siempre, por impulsarme a dar lo mejor y ofrecer un trabajo de excelente calidad.

Al jurado evaluador, por sus correcciones y observaciones, las que permitieron enriquecer y mejorar la redacción y presentación de esta investigación. Gracias también al resto de los profesores que compartieron sus conocimientos, para obtener un mejor discernimiento estadístico.

A todos,

¡Gracias totales!

Raidelyn N., Cortez N.

PROPUESTA DE UN PLAN DE MUESTREO PARA LA RECEPCIÓN DE MATERIALES DE EMPAQUE PARA AZÚCAR REFINO, EN CENTRAL EL PALMAR SOCIEDAD ANÓNIMA.

Tutor Académico: M. Sc. Luis Alexander Díaz.

Tutor Industrial: Ing. Kelly Caldera.

Trabajo Final. Cagua, U.C.V Facultad de Ingeniería. Escuela de Procesos Industriales. Ingeniero de Procesos Industriales. Núcleo Armando Mendoza.

Año 2016, 68p.

Resumen

Central El Palmar Sociedad Anónima (CEPSA), realiza una serie de análisis a los materiales de empaque que constituyen el envase de las distintas presentaciones de azúcar refino que expenden a sus clientes. Con el transcurrir del tiempo en el CEPSA se han percatado que dichos análisis no han sido los más apropiados, puesto que han evidenciados grandes cantidades de pérdidas por causa de los desperdicios o defectos en los materiales de empaque. Tales pérdidas han surgido por no poseer un plan de muestreo significativo para los requerimientos del proceso de envasado. El objetivo del presente trabajo consistió en desarrollar una propuesta de un plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque para azúcar refino, en CEPSA. Por ello, se recurrió a la revisión documental, con la finalidad de familiarizarse con los materiales objetos de estudio, así como también de datos históricos referentes a quejas y devoluciones. Lo cual permitió seleccionar como muestra de estudio los materiales de empaque, bobina impresa de 40,5 cm, bobina impresa “Polypouch”, sacos de papel de tres pliegos y los sacos de polipropileno. Luego de seleccionada la muestra, se procedió a aplicar una prueba piloto donde se contabilizaron las cantidades de desperdicios generados en el proceso de envasado, discriminados en operativos, manipulación y proveedor, representando en pérdidas de 0,41% a 3,60%, 2,25%, y 0.54% a 30.64% respectivamente. En dicha prueba se determinó que los niveles de calidad aceptable, correspondiente a la fracción defectuosa en el lote, oscilaron entre 0,006 y 0,020. Se realizaron cálculos estadísticos para proyectar la cantidad de materiales a muestrear de acuerdo con lo señalado en las tablas de muestreo de aceptación y así se pudo conocer el nivel de calidad aceptable para cada material de empaque. Como resultado se obtuvo que ninguno de esos lotes debiera ser aceptado. Finalmente, tomando en cuenta que los materiales de empaque son similares en cuanto a características, y también hay semejanza con respectos a los análisis que debe realizarse, se programó una hoja de cálculo que facilitará la selección de las cantidades que deben muestrearse para decidir si aceptar o rechazar un lote de material de empaque.

Palabras claves: recepción, muestreo, empaque, azúcar refino.

**PROPOSAL A SAMPLING PLAN FOR RECEPTION OF
MATERIALS FOR SUGAR REFINING PACKING IN CENTRAL
EL PALMAR SOCIEDAD ANONIMA.**

Abstract

The Central El Palmar SA (CEPSA), performs a series of tests to packaging materials used in the packaging of the various presentations that sell refined sugar to its customers. With the elapse of time in the CEPSA we have realized that such analyzes have not been the most appropriate, since they have evidenced large amounts of losses due to waste or defects in packaging materials. Such losses have arisen not have a significant sampling plan for the requirements of the packaging process. The objective of this study was to develop a proposal for a sampling plan for receipt of packaging materials for refined sugar in CEPSA. Therefore, he resorted to the document review, in order to become familiar with the material objects of study, as well as regarding complaints and returns historical data. Which allowed selected as study sample packaging materials, printed coil 40.5cm, printed coil "Polypouch" paper sacks three sheets and polypropylene bags. After the sample selected, we proceeded to implement a pilot where the quantities of waste generated in the packaging process, discriminated in operating, handling and supplier, were recorded representing losses of 0.41% to 3.60%, 2,25%, and 0.54% 30.64% respectively. In this test it was determined that acceptable quality levels, corresponding to the defective fraction in the batch, ranged from 0.006 to 0.020. Statistical calculations were performed to project the amount of material to be sampled according to what is stated in the square to acceptance sampling and thus could meet the acceptable level for each packaging material quality. As a result it was found that none of these lots should be accepted. Finally, taking into account that the packaging materials are similar in features, and there is also similarity with respects to analyzes to be performed, a spreadsheet that will facilitate the selection of the amounts to be sampled to decide scheduled whether to accept or reject a batch of packaging material.

Keywords: reception, sampling, packaging, refined sugar.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA.....	i
CONTRAPORTADA.....	ii
ACTA DE APROBACIÓN.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INDICE GENERAL.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	x
INDICE DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I El problema de investigación	
Planteamiento del problema.....	3
Objetivos.....	6
CAPÍTULO II Marco de Referencia	
Antecedentes.....	7
Bases teóricas.....	9
CAPÍTULO III Marco Metodológico	
Tipo de estudio.....	20
Diseño de investigación.....	21
Unidad de análisis, población y muestra.....	21
Diseño de muestreo.....	24
Técnicas para la recolección de información.....	26
Técnicas para el análisis de los datos.....	28
Fases metodológicas.....	29
CAPÍTULO IV	
Presentación y Discusión de Resultados.....	31
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	62

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Materiales de empaque usados para el envasado de azúcar refinado en CEPSA.....	22
Tabla 2. Materiales de empaque seleccionados como población y muestra de análisis del estudio, descripción, cantidad de empaques por bobina o paletas y principales defectos de proveedor de los materiales de empaque objeto de estudio.....	23
Tabla 3. Especificaciones del análisis de calidad para el material de empaque, realizadas por el responsable de calidad de CEPSA.....	33
Tabla 4. Cantidades de materiales recibidos por el Departamento de Almacén de Materiales de CEPSA durante el estudio.....	34
Tabla 5. Promedio de la población, cantidades muestreadas, cantidades defectuosas, desviación estándar de los defectos y coeficiente de variación de los materiales de empaque de azúcar refinado de CEPSA.....	37
Tabla 6. Cantidad de sacos de papel de 3 pliegos muestreados, producción, defectuosos, fracción muestreada, fracción no muestreada y fracción defectuosa.....	41
Tabla 7. Cantidad de sacos de polipropileno Montalbán® muestreados, producción, defectuosos, fracción muestreada, fracción no muestreada y fracción defectuosa.....	44
Tabla 8. Cantidad de sacos de polipropileno “Konfit®” muestreados, producción, defectuosos, fracción muestreada, fracción no muestreada y fracción defectuosa.....	46
Tabla 9. Tamaño del lote muestreado, nivel de calidad aceptable, tamaño de la muestra, unidades defectuosas aceptables y unidades defectuosas rechazables de las bobinas impresas de 40,5 cm Montalbán®, sacos de papel Montalbán®, sacos de polipropileno Montalbán® y sacos de polipropileno “Konfit®”.....	49
Tabla 10. Resultados proyectados en la población total de los materiales objetos del estudio.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Frecuencias de devoluciones de materiales de empaque	36
Figura 2. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para la bobina impresa Montalbán® de 40,5 cm.....	39
Figura 3. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para la bobina impresa Montalbán® “Polypouch”.....	40
Figura 4. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para los sacos de papel Montalbán® de 3 pliegos.	42
Figura 5. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para la bobina impresa Montalbán® PEBD de 36 cm.	43
Figura 6. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para los sacos de polipropileno Montalbán®.	45
Figura 7. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para los sacos de polipropileno “Konfit®”.	47
Figura 8. Algoritmo aplicado para programar el tamaño de la muestra, unidades defectuosas aceptables y unidades rechazables, para las bobinas.....	51
Figura 9. Algoritmo aplicado para programar el tamaño de la muestra, unidades defectuosas aceptables y unidades rechazables, para los sacos.....	52
Figura 10. Algoritmo aplicado para programar la decisión final referente a los lotes, de bobinas y sacos.....	53
Figura 11. Pantalla inicial del “Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque”.....	54
Figura 12. Pantalla del “Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque”, luego de introducir el valor correspondiente al tamaño de la muestra.....	54
Figura 13. Pantalla del “Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque”, luego de introducir el valor correspondiente al total de unidades defectuosas.	55
Figura 14. Pantalla del “Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque”, aplicando un ejemplo para la recepción de sacos.....	56

INTRODUCCIÓN

Para comercializar un producto se deben cumplir con ciertos requisitos de calidad, uno de ellos es el concerniente a la presentación de sus envases, por lo tanto, es importante que los materiales de empaque utilizados para tal fin, estén completamente aptos para su uso. Es decir, que estos materiales estén conformes para el respectivo proceso de envasado. Es por ello, que las empresas deben prestar una rigurosa atención a lo relacionado con el proceso de recepción de los materiales de empaque (COVENIN 31331:2001).

En Venezuela, El CEPSA, es una de las principales organizaciones encargadas de fabricar azúcar refinado y está en la obligación de ofrecer a sus clientes productos de excelente calidad, por lo tanto, debe cumplir los estándares legales y de calidad requeridos para la producción del azúcar. La organización recibe insumos de diferente naturaleza, desde aquellos que serán utilizados en las labores de producción agrícola de la caña de azúcar, hasta aquellos relacionados por la disposición final del producto procesado (azúcar refinado). La empresa ha venido experimentando pérdidas monetarias significativas debido a la recepción inadecuada de estos insumos, particularmente aquellos que tienen relación con el empaque primario del azúcar refinado.

Tal situación ocurre porque actualmente, la organización no cuenta con un plan que les permita saber cómo debe realizarse el muestreo de los materiales de empaque, desconociendo las cantidades que deben someterse a los análisis correspondientes. Con la presente investigación, se propondrá un plan de muestreo para la etapa de recepción de los materiales de empaque. Dicho plan se elaborará tomando en consideración lo establecido en la COVENIN 3133:2001, en donde se señalan los elementos técnicos relacionados con el nivel de calidad aceptable y calidad límite, además de considerar los riesgos del productor y del consumidor.

Para cumplir con los objetivos planteados, fue necesaria la aplicación de una serie de competencias relacionadas con aseguramiento de la calidad, productividad y logística en los procesos industriales, tales como: identificar y evaluar indicadores de calidad y de mejoramiento de la producción y procesos logísticos, comprender las implicaciones de mejoramiento de la calidad industrial y su impacto en la relación fabricante – cliente, comprometerse con el éxito y la excelencia, supervisar personal y manejar herramientas de negociación para solucionar conflictos. De manera práctica se utilizaron los elementos básicos de muestreos, estadísticas descriptivas, tablas de datos y criterios para aceptación y rechazo.

En el Capítulo I, se describe el problema de investigación, tomando en consideración estudios previos realizados por la organización, así como también se detallan los objetivos del estudio. En el Capítulo II, se especifican los antecedentes que orientaron la investigación, seguido de los fundamentos teóricos relacionados con el tema. En el Capítulo III, se concretan los aspectos metodológicos que estructuran el desarrollo de la investigación, puntualizando el tipo de estudio, diseño de investigación, unidades de análisis, población y muestra, diseño de muestreo, técnicas de recolección de información y posterior análisis de los datos, y por último las fases metodológicas. En el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos, partiendo de los objetivos establecidos para la investigación, también se señalan las conclusiones que derivaron del estudio llevado a cabo, y finalmente se establecen las recomendaciones que permitir mejorar la problemática existente.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Planteamiento del problema

En Central El Palmar Sociedad Anónima (CEPSA, 2015), se fabrica azúcar refino, bajo la marca Montalbán® y Konfit®, envasadas en las distintas presentaciones que son expandidas a sus clientes (CEPSA, 2015). Para la fabricación de azúcar refino, la empresa requiere proveedores de insumos de diferente naturaleza, desde semillas de caña de azúcar, así como también de diferentes productos químicos, por ejemplo, los destinados al control de plagas y enfermedades en el cultivo (Osorio, 2007). Por último, es necesaria la adquisición del material a emplearse como empaques del producto terminado, puesto que es la parte o componente del producto que hace que éste llegue al consumidor final, en las condiciones adecuadas (Calderón, 2011).

Para el envasado de las diferentes presentaciones del azúcar refino, se debe contar por una parte con materiales de empaque que garanticen la apropiada inocuidad de este alimento y se ofrezca al consumidor el producto requerido según las normas sanitarias vigentes en el país (Gaceta Oficial N° 36.081, del 07 de noviembre de 1996). Por otra parte, estos materiales deben cumplir con los estándares relacionados con la presentación final del producto, de acuerdo con lo indicado en la Norma General para el Rotulado de los Alimentos Envasados (COVENIN 2952:2001). Asimismo, el material de empaque varía de acuerdo con la presentación del producto a envasar, cuyos diseños y características son acordados previamente entre el proveedor y la organización.

Las características del empaque facilitan la elección del comprador al considerar que el producto es cómodo de transportar, almacenar y manipular, además es la carta de presentación del producto, logra una determinación de aceptación por parte del cliente final (Calderón, 2011). Por ello, se puede indicar que el empaque es el elemento que permite establecer una ventaja diferencial con respecto a los competidores, en especial aquellos que producen y expenden artículos de calidad similar (Thompson, 2009).

El CEPSA, siempre ha sido muy clásico en cuanto a la forma de presentar sus productos al consumidor. De hecho, el empaque clásico blanco con letras azules ha sido usado desde 1958, sin variar los rasgos particulares diferenciadores del azúcar refino producido por esta organización. A pesar de ello, nunca había prestado atención a los aspectos relacionados con el envase y la gestión de la evaluación de la recepción de los materiales de empaque. Surge así la necesidad de la organización, de evaluar estos aspectos debido a que ha percibido que con el transcurrir de los años, las pérdidas ocasionadas por desperfectos en el material de empaque han aumentado de manera sustancial.

En un estudio realizado en la empresa, en noviembre de 2015, esta se percató que muchos de los problemas relacionados con el empaque no son detectados apropiadamente durante la recepción. Para tal período, por cada 50 recepciones, se generaron aproximadamente 13 quejas a los proveedores, de las cuales 46% correspondieron con la no conformidad asociada con la distancia de fotocentrado en las bobinas de papel.

El mismo estudio determinó que muchos de los inconvenientes con los materiales de empaque, son detectados durante el proceso de envasado del producto, por ejemplo, las bobinas no poseían la distancia entre fotocentrado (cm) adecuado, llegando a perderse 18,2% de estas, y un 6% que no tenían el respectivo material de recubrimiento de protección, por lo que tuvieron que descartarse. También se

recibieron 1805 sacos, de los cuales 0,3% presentaron rasgaduras durante el proceso de envasado. Además, se resalta el hecho de que actualmente no se cuenta con un valor permisible por desperdicio de material de empaque, por lo tanto, no es posible hacer comparaciones de los valores antes citados.

La organización señaló algunos datos interesantes en relación con el consumo de los materiales de empaque, evidenciándose que las cantidades consumidas de cada producto son mayores al ser comparadas con los datos teóricos establecidos en el sistema de administración de recursos empresariales, denominado “BAAN Warehouse Management®” el cual está diseñado para la gestión avanzada de almacenes. Por ejemplo, en relación con las bobinas de papel de 33cm, se presentaron en promedio 79,55 kg de desperdicio total, el cual representó 9% del material consumido. Por su parte, las bobinas de 72 cm presentaron 12,4 kg de desperdicio total, el cual representó 2,44% del material consumido. Muchas de las situaciones anteriores ocurren debido a la carencia de formatos y controles de proceso, falta de control de masa, aceptación de producto no conforme y uso de montacargas inapropiados, entre otros.

Como consecuencia de lo anterior, ocurren retrasos significativos de tiempo en los procesos de envasado del azúcar refino, dado que los defectos son observados durante el mismo, por lo que el material de empaque, debe ser descargado de la máquina, y al colocar uno nuevo deben realizar las respectivas calibraciones, con el fin de reiniciar el procedimiento. Las fallas anteriores pueden atribuirse a la aceptación de material de empaque sin una revisión adecuada por parte del personal que labora en el área de recepción, también por la aplicación de muestreos no adecuados, o no se tiene la experticia requerida para el proceso de recepción y posterior aceptación de estos materiales. Esto ocurre debido a que la organización no cuenta con los respectivos planes de muestreo en la etapa de recepción de materiales de empaque.

La presente investigación tuvo como finalidad proponer como debe realizarse la toma de muestras de estos materiales, en el momento que se reciben en CEPSA, con el fin de disminuir las pérdidas económicas que presenta la organización por falta de los respectivos planes de muestreo.

De acuerdo con lo planteado anteriormente, surge la interrogante: ¿Cuál será el plan de muestreo para aplicar en la etapa de recepción para materiales de empaque de CEPSA?.

Objetivos

General:

Proponer un plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque para azúcar refino, en Central El Palmar, S. A.

Específicos:

Identificar las características, los parámetros y la forma como se realizan las inspecciones para la recepción de los empaques utilizados en CEPSA.

Describir nuevas formas para la realización de inspecciones y muestreos en la recepción de materiales de empaque para azúcar refino en CEPSA.

Realizar una herramienta computacional que facilite las labores de aceptación de lotes de materiales de empaque para azúcar refino en CEPSA.

CAPÍTULO II

MARCO DE REFERENCIA

Antecedentes

Gozaïne (2013), destacó en su investigación la correcta redacción de la ficha técnica para la realización del muestreo de empaques estipulados a productos de uso masivo, y señaló muy especialmente los casos en donde la incorrecta utilización de un material de empaque resulta en daños al proceso, o daños personales, con las referidas consecuencias legales. Partiendo de la importancia que estableció el citado estudio, se pudo comprender la relevancia de la revisión documental, específicamente de las fichas técnicas de los materiales de empaque objeto de este estudio, además fue de ayuda para conocer cuáles son los procedimientos necesarios cuando se elaboran fichas técnicas.

Rojas (2012), realizó una investigación sobre controles de calidad del proceso de empackado en productos terminados de chocolate, y estableció que las normas y estándares funcionan como medidas de control de la calidad para el personal responsable de una actividad, aclarándoles a ellos qué es lo que se pretende lograr y cuáles deben ser las características de su trabajo. La relación existente con el presente estudio, es que utilizó la inspección por atributos, asimismo aplican los gráficos de control, así como también usó los niveles de calidad aceptable y posterior aplicación en la decisión de aceptación o rechazo. También ejecutó un sistema de monitoreo con los materiales de empaque, para verificar que las características coincidieran con los datos recolectados.

Calderón *et al.*, (2010), establecieron que en las actividades de control de calidad es frecuente que sea necesario inspeccionar lotes de materia prima, partes o productos terminados para asegurar que se cumplan con ciertos niveles de calidad con un buen grado de seguridad. Por su parte en esta investigación se indicó que un muestreo de aceptación por atributos es el proceso de inspección de una muestra de unidades extraídas de un lote con el propósito de aceptar o rechazar todo el lote. En este mismo orden de ideas, ellos se refieren a la inspección por muestras en los casos en los que la inspección de todos los lotes no es posible de realizar o que requirieron de mucho tiempo para ejecutarse. Por ser una investigación relacionada con control de calidad, estableció conexión con el presente estudio, puesto que contiene información valiosa, referente a los tipos de muestreos, las gráficas de control, y también señaló criterios para la recolección de datos.

Pérez (2010), en su investigación sobre muestreo en fiabilidad, hizo mención al muestreo de aceptación y lo definió como un problema de decisión sobre la calidad de los lotes o los procesos de fabricación sometidos a inspección. Si se cumplen determinados requisitos o especificaciones sobre la calidad del producto se considera que este es satisfactorio. En caso contrario, se dice que es defectuoso o no satisfactorio. El problema de decisión consiste en determinar el grado de verificación de los requisitos de calidad del lote o el proceso. En general, los planes de muestreo son procedimientos que proporcionan el tamaño de las muestras que se han de obtener y una regla o criterio para decidir si el lote o el proceso es satisfactorio o aceptable o, por el contrario, se considera rechazable. La relación con la presente investigación fue la información teórica con respecto a los muestreos de aceptación, fundamentos que sirvieron de guía en la elaboración de planes de este tipo, además señaló directrices para utilizar este tipo de muestreo. Indicó fundamentos estadísticos relacionados con las distribuciones binomial, hipergeométrica y Poisson.

Bases teóricas

Proceso de fabricación de azúcar refinado

La caña de azúcar es la materia prima más importante para la elaboración del azúcar refinado, esta ingresa al central proveniente de las haciendas, se transporta en camiones tanto de cosecha mecánica como de cosecha manual. Inicialmente pasa a la desfibradora para romper la médula del tallo, luego es enviada a los molinos donde se exprime la fibra de la caña y se extrae el jugo y el bagazo (Osorio, 2007; Sánchez, 2012).

El bagazo es utilizado para la generación de vapor, y el jugo pasa por un filtro rotativo, a fin de eliminar la mayor cantidad de impurezas sólidas. Luego, pasa a un clarificador donde se extraen las impurezas, en forma de lodo. El jugo colado pasa al proceso de evaporación, el cual elimina cerca del 70% del agua, concentrando este jugo y formando meladura, la cual pasa a una clarificación donde las impurezas son removidas por la parte superior con un sistema de paletas. La meladura clarificada pasa a los tachos de cocimiento de donde se obtiene una masa, que es una mezcla de cristales de azúcar y miel. Esta mezcla es separada por centrifugación, dando como resultado azúcar afinada y miel (Subirós, 1995; Velázquez, 2010).

El azúcar afinada pasa a ser disuelta con agua caliente y agua dulce, hasta preparar un licor disuelto, el cual es colado por filtros y luego es enviado al tanque de reacción, donde se obtiene licor tratado, que entra a las clarificadoras donde son separadas las impurezas por flotación y el licor tratado se extrae por la parte inferior, a su vez es pasado por tres filtros de lecho profundo colocados en paralelo, en donde se retienen las impurezas que no pudieron ser retiradas en la clarificación. El licor filtrado pasa por una serie de columnas, con la finalidad de atrapar todos los agentes coloidales presentes en el licor que no pudieron ser retirados en las etapas anteriores, obteniéndose así el licor decolorado. Pasa a un concentrador de licor, luego el licor

concentrado es enviado a los tachos de refino donde se elimina el agua y se obtiene azúcar cristalizado tipo refino (NASS, 2002).

La separación del azúcar cristalizado tipo refino y la miel se hace por centrifugación, se obtiene azúcar refino húmedo y miel. El azúcar refino húmedo que se obtiene de las centrifugas se transporta por elevadores y bandas transportadoras para alimentar un secador de azúcar rotativo, en el cual el azúcar húmedo se pone en contacto con aire caliente, obteniéndose así azúcar refino seco, este es enviado a las tolvas de envase (Subirós, 1995). El azúcar es envasado en presentaciones de 50 kg, 5 kg, 2 kg, 1 kg y 4g, de acuerdo a la calidad del azúcar se puede envasar en dichas presentaciones: azúcar refino o azúcar blanca (CEPSA, 2015).

El envasado se realiza con máquinas semiautomáticas asistidas por operadores de envasadoras y embaladoras, para cada tipo de presentación. Adicionalmente, se realiza la identificación del producto mediante máquinas codificadoras, donde se especifica el número de lote, fecha de elaboración y precio de venta del producto (CEPSA, 2015).

Envase

Se entiende a todo producto, fabricado con materiales de cualquier naturaleza, utilizado para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías, desde materias primas hasta artículos acabados, en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo (Pérez, 2012).

El envase es el recipiente destinado a contener un producto para su uso o consumo, protegiéndolo de posibles alteraciones y permitiendo su comercialización. Por consiguiente, presenta, protege y vende lo que contiene. Personaliza al producto otorgándole una nueva dimensión, evitando pérdidas, exceso de consumo y procurando la dosificación o aplicación del producto (Vera, 2014).

Para Pilditch (1968), el envase como primer contenedor del producto, debe cumplir, dos condiciones principales:

1. Proteger la mercancía, para ello debe tener una duración suficiente, así como la necesaria resistencia a choques, golpes, etc., que sea razonable exigirle. Según los casos debe ser resistente a la luz, humedad, ácidos, grasas, impermeable al aire, etc., lo que habrá de tenerse en cuenta al seleccionar los materiales.
2. Fomentar las ventas, permitiendo la inmediata identificación del producto, mejorando su aspecto y ofreciendo comodidad de manejo de apertura y cierre, fácil acceso al contenido, facilidad de almacenamiento, capacidad y formas adecuadas.

Existen envases que requieren contener el producto mediante un envoltorio previo. Este envoltorio recibe el nombre de envase primario, contenedor interior o primer contenedor. Envase primario es, pues, aquel que está directamente en contacto con el producto, o sea es el que contiene el producto, y además lo protege (Cervera, 2003).

El envase secundario es aquel que contiene uno o varios envases primarios, otorgándole protección para su distribución comercial. Habitualmente se desecha cuando se utiliza el producto o cuando se almacenan de forma particular. Por ejemplo, la caja de cartón de una pasta de diente (es un envase secundario que contiene un envase primario), o bien la caja de cartón con tres latas de conserva (un envase secundario que contiene, en este caso, tres envases primarios). Por su parte, el envase terciario es el agrupamiento de envases primarios o secundarios en un contenedor que los unifica y protege a lo largo del proceso de distribución comercial (Gili, 2003).

Los envases y embalajes cumplen una función económica y social, contribuyendo a asegurar la competitividad de la empresa. El papel que juega el envase y embalaje en la empresa es cada vez más importante. De nada sirve que una empresa fabrique un

producto de calidad si no es capaz de garantizar que éste llegará al mercado en las adecuadas condiciones de calidad, a su debido tiempo (Cervera, 2003).

De acuerdo con Piltlich (1968), las funciones más importantes del envase son:

1. Contener el producto, dosificándolo en unidades. El envasado debe contener una cantidad adecuada de producto y ser racional en cuanto a su manipulación, almacenaje y, por último, para su transporte.
2. Presentarlo e identificarlo, diferenciándolo de sus competidores, en relación con la forma, color, textura y tipo de material.
3. Proteger su integridad, evitando manipulaciones y falsificaciones. El envase debe proteger al contenido del entorno externo; y, por otra parte, el envase debe proteger al consumidor y su entorno del contenido, especialmente cuando éste sea tóxico, venenoso o, simplemente peligroso.
4. Conservar las propiedades y características de calidad.
5. Acondicionar el producto para su transporte, desde el fabricante hasta el consumidor, evitando devoluciones de mercancías, pasando por toda la cadena comercial.
6. Proporcionar un valor añadido, informando del producto y haciéndolo deseable, estimulando su compra y contribuyendo a la venta de otros productos de la gama.

De acuerdo con Cervera (2003), las características funcionales que debe reunir un envase, son las siguientes:

1. **Resistencia:** garantizar la protección del producto, tanto en peso, como en apilado y transporte. Es un requisito fundamental, ya que todo envase o contenedor debe conservar apropiadamente el producto, especialmente durante el transporte y su manipulación, que es cuando sufre más deterioros.
2. **Hermeticidad:** asegurar que el sistema de cierre ajusta perfectamente, ya que el producto debe encontrarse totalmente aislado de las condiciones ambientales externas, impidiendo la volatilización, derramamiento o contaminación del producto.

3. **Cierre:** hermético, pero con la posibilidad de abrirse sin dificultad en el momento de su consumo. La facilidad de tapar y destapar el producto con seguridad incrementará su atractivo comercial.
4. **Inviolabilidad:** garantía de que el producto no ha sido manipulado antes de llegar a manos del consumidor. Los precintos de garantía evitan así el posible fraude.
5. **Dispensación:** asegura la adecuada aplicación o dosificación en el momento del consumo evitando, en algunos casos, antiguos complementos como embudos, cucharas, etc., disponiendo de mecanismos (aplicadores-dosificadores) que forman parte del envase y que facilitan al consumidor el uso limpio, fácil y agradable del producto.
6. **Compatibilidad:** el producto que está en contacto directo con el envase debe ser compatible desde un punto de vista físico y químico. La resistencia al choque térmico producido por una carga a presión, el ultra congelado rápido o el llenado en caliente pueden crear tensiones extremas al envase. El punto de vista químico lo contempla el fabricante evitando reacciones que impliquen corrosión, solubilidad, etc.
7. **Ergonomía:** facilidad de uso y adaptación del envase a la forma en que va a ser manipulado, destapado, trasladado, almacenado, etc., por el consumidor. Entre los factores de ergonomía más característicos se encuentra el estudio del peso óptimo del envase o la facilidad para ser asido, procurando la adaptación del mismo a las proporciones y formas de las manos.
8. **Versatilidad:** capacidad de proteger y conservar los productos en cualquier circunstancia, frente a diversos tipos de consumidores, etc.
9. **Comunicación:** debe proporcionar informaciones claras, con una identificación visual, normas de uso, caducidad, consideraciones medioambientales, etc.

Los envases pueden ser de distintos materiales y con diferentes características. Entre los principales se pueden destacar al papel, cartón, polietileno de baja densidad, polipropileno, entre otros. El papel de estraza o “kraft”, es muy resistente, por lo que se utiliza para la elaboración de bolsas, sacos multicapas y papel para envolturas,

asimismo, es utilizado con base en laminaciones de aluminio, plástico y otros materiales (QuimiNet.com, 2006; Thompson, 2009).

El papel pergamino vegetal, es resistente a la humedad, así como a las grasas y a los aceites. Es utilizado para envolver mantequilla, margarina, carnes, quesos, entre otros. Así como para envasar aves y pescados. Entre sus propiedades se destaca que es apropiado para contacto con comida, resistente a la grasa, resistente al calor, resistente a la humedad, libre de olor, apropiado para ser moldeado, libre de suciedad (Gili, 2003).

Por otra parte, los papeles encerados, brindan una buena protección a los líquidos y vapores. Se utilizan mucho para envases de alimentos, especialmente repostería y cereales secos, también para la industria de los congelados y para varios tipos de envases industriales (Pérez, 2012).

El Polietileno de baja densidad (PEBD), es un polímero termoplástico. Este material posee características que lo distinguen del polietileno de alta densidad, por ejemplo: es uno de los materiales de fácil reciclaje, posee excelente resistencia térmica y química, posee resistencia al impacto, dependiendo del espesor puede ser color blanco o transparente, se puede procesar para la producción de termoplásticos, posee una mayor flexibilidad en comparación con el polietileno de alta densidad. Además, es un material útil para la fabricación de diversos materiales, como: sacos plásticos, bolsas plásticas, bolsas para invernaderos o usos agrícolas, por mencionar algunos de ellos (Pérez, 2012).

Finalmente, el polipropileno permite mantener por más tiempo los alimentos en buenas condiciones, pues el material ofrece una segura protección contra las influencias externas, ya sean físicas (golpes e impactos), biológicas (barrera contra agentes patógenos y protección contra el envejecimiento del alimento) y químicas (resistencia a los factores climáticos y al derrame de productos). Los sacos de

polipropileno se han convertido en una opción que garantiza la seguridad, el manejo fácil y eficiente de los productos que contienen ofreciendo además una forma eficiente de presentación de los mismos (Sosa, 2012).

Según Sánchez (2003), los parámetros para recepción de empaque, son los que se listan a continuación:

1. El área de recepción ha de estar limpia, los pisos, paredes y techos deben estar en buen estado.
2. Este lugar debe de estar ausente de malos olores.
3. Poseer una muy buena iluminación que permita verificar el estado de las materias primas y los insumos.
4. Verificar que los materiales de empaque que se recibe cumplan con los requerimientos adecuados para el proceso.
5. Tomar muestras para posteriormente realizar análisis al material de empaque que se recibe.

Muestreo: se considera al muestreo como herramienta de investigación científica, y su función básica radica en determinar que parte de una realidad en estudio (población o universo) debe examinarse con la finalidad de hacer inferencias sobre dicha población. En otras palabras, obtener una muestra adecuada significa lograr una versión simplificada de la población, que reproduzca de algún modo sus rasgos básicos (Montgomery, 1991).

A la inspección sistemática de materias primas y productos elaborados o semi-elaborados, se le denomina plan de muestreo, el cual es una parte importante del control de calidad. Una aplicación adecuada de los planes y las técnicas de muestreo reducen en parte las deficiencias que crean la necesidad del empleo de otros métodos estadísticos para el control de la calidad, aunque hay que tener en cuenta que la inspección de muestras no es una forma activa de mejora de la calidad. Con frecuencia no solo se inspeccionan materias primas y productos elaborados o semi-

elaborados, sino que se suele inspeccionar las unidades producidas en diferentes etapas de la cadena productiva (Montgomery, 1991).

Los planes de muestreo se clasifican de acuerdo con el número de muestras a seleccionar, en simple, doble, múltiple y secuencial. Por su parte, estos planes se clasifican de acuerdo con la naturaleza de la característica inspeccionada, en planes por atributos y por variables. El método de muestreo de inspección por atributos consiste en examinar una unidad de producto o característica y clasificarla como “buena” o “defectuosa”. La acción a tomar después de esto se decide contando el número de defectuosas encontradas. El objetivo de la inspección para la aceptación es la de decidir si un lote de producto debe o no ser aceptado, habiéndose fijado de antemano las características que definan el plan de muestreo (nivel de calidad aceptable, la calidad límite y los riesgos del productor/consumidor).

El muestreo por atributos se puede aplicar a lotes aislados o series homogéneas de lotes, cuya variable sea de tipo cualitativa, por ejemplo, el número de defectos. Cuando la población es finita este tipo de muestreo se rige por la distribución hipergeométrica, mientras que para lotes grandes se puede aproximar a la distribución binomial (Mustelier, 2013).

Se realizó la medición o toma de datos, la cual no es más que la actividad de medir, examinar, probar o calibrar una o más características de un producto o servicio, a fin de aplicar las distribuciones de probabilidad antes señaladas, para luego analizar los resultados con requisitos especificados con el fin de establecer si se está conforme con estos, para cada una de las características. La inspección puede ser por atributo o por variable.

En la inspección por atributo, el ítem es clasificado simplemente como conforme o no conforme con respecto a un requisito especificado o a un conjunto de estos, o donde se cuentan el número de no conformidades en un ítem. La inspección por atributos

incluye tanto la inspección en cuanto a la conformidad de un ítem, como el número de no conformidades por cada 100 ítems (COVENIN 3133: 2001).

Por su parte, la inspección por variables, especifica el número de artículos que hay que muestrear, y el criterio para juzgar los lotes cuando se obtienen datos de las mediciones respecto a la característica de calidad que interese. Cuando se conoce la distribución de tal característica en el lote, o en el proceso, es posible diseñar planes de muestreos por variable que tengan riesgos especificados de aceptar y de rechazar lotes de una calidad dada (Montgomery y Runger, 2009).

Las inspecciones se realizan mediante la aplicación de un plan de muestreo por aceptación, en el cual se realizan las combinaciones de tamaños de muestra a usarse asociados con los criterios de aceptabilidad del lote. Es importante señalar que los planes de muestreo no contemplan las reglas de cómo extraer la muestra (COVENIN 3133: 2001).

Para conocer el correcto funcionamiento del plan de muestreo por aceptación, se recurre al uso de la curva característica de operación (CO). Esta curva representa la probabilidad de aceptar el lote contra la fracción muestral defectuosa, es decir la probabilidad de que un lote con cierta fracción de artículos defectuosos sea aceptado o rechazado (Montgomery y Runger, 2009).

De tal curva, interesan algunos puntos. Al proveedor le interesa conocer el nivel de calidad del lote, o del proceso, que produciría una alta probabilidad de aceptación. Este punto indica el nivel de rechazo del proceso, el cual es conocido como riesgo del productor (Montgomery y Runger, 2009). Por su parte, el nivel de calidad aceptable (NCA, o AQL por sus siglas en inglés), es el límite de calidad igual al peor promedio del proceso tolerable cuando se somete una serie continua de lotes a muestreo de aceptación (COVENIN 3133: 2001). Finalmente, el punto de la curva en la que el consumidor establece un nivel de defecto tolerable por lote (PDTL), siendo el peor

nivel de calidad que el consumidor está dispuesto a aceptar, en un lote individual. Es también conocida como calidad límite (CL) o riesgo del consumidor (Montgomery, 1991; COVENIN 3133: 2001).

Balance de masa

Es una secuencia de cálculos que permite computar las variaciones de todos los componentes que intervienen en un proceso de transformación. Es la contabilidad de los materiales que forman parte del proceso (Londoño, 2015).

Sistema BAAN®

Es un sistema de planificación de recursos empresariales. BAAN®, permite controlar operaciones administrativas productivas y de planificación, mejorar en eficiencia y eficacia, reducir costos (Jiménez, 2012). “BAAN Warehouse Management®” está diseñado específicamente para la gestión avanzada de almacenes. Es posible el desarrollo de módulos o componentes necesarios para los requerimientos específicos de cualquier empresa (Paredes, 2014).

Sistema FIFO (First In, First Out)

Que significa el primero que entra es el primero que sale. Considera que el primer artículo que entra en el almacén es el primero en salir. Este sistema parte de la premisa de que las mercancías van saliendo en el mismo orden en que entraron (Brenes, 2015).

Sistema LIFO (Last In, First Out)

Que significa el último que entra es el primero que sale. Implica una valoración de las salidas de las existencias en orden contrario al que entraron. Es decir, las últimas en entrar serían las primeras en salir (Brenes, 2015).

Macros de Excel

Conjuntos de instrucciones que se ejecutan de manera secuencial por medio de órdenes (algoritmos). Una macro puede invocar a otras, logrando de esta forma obtener operaciones cada vez más complejas. En el caso de Microsoft Excel® el lenguaje empleado para el uso de macros es Visual Basic para Aplicaciones (VBA), Microsoft Excel® cuenta con un “Editor de Visual Basic” o también conocido como “Editor de VBA” que permite la creación, y/o mantenimiento de las macros que se tengan disponibles. Son útiles entre otras cosas porque permiten la automatización de tareas repetitivas (Amelot, 2013).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de estudio

La investigación fue de tipo proyectiva, puesto que con ésta se buscó darle solución a la problemática planteada, mediante la propuesta de un plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque para azúcar refino en el CEPSA (Hurtado, 2000; Franco, 2015). La misma implicó, entre otras cosas, explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta (Hurtado, 2000). Los términos explorar y describir, estuvieron involucrados porque es importante conocer cuáles son los materiales de empaque que se reciben en el CEPSA y la forma cómo se realizan las tomas de muestra. Asimismo, la investigadora debió familiarizarse con el proceso de envasado, en el cuál se utilizaron los materiales objetos de esta investigación, esto permitió adquirir un mejor dominio en relación con los materiales de empaque y con sus formas y momentos de utilización. Cabe destacar que se apoyó con revisiones documentales, ya que fue necesario conocer las especificaciones técnicas de los materiales de empaque, así como también los datos históricos referentes a quejas y devoluciones, pues estos reflejan el precedente de la situación que ocurre en CEPSA.

Por su parte, se consideró que la misma fue una investigación de campo, o expo facto, en donde se hizo el análisis sistemático del problema planteado en relación con el muestreo de materiales de empaque de azúcar refino en el CEPSA, con el propósito de describirlos, interpretar la forma de aceptación actual de los materiales de empaque, además de entender su naturaleza y factores constituyentes, lo cual permitió explicar las causas y efectos de la realización indebida de los procedimientos de muestreo. Para ello se hizo uso de métodos característicos de muestreo, en donde los datos de interés fueron seleccionados de forma directa de la realidad (Hurtado, 2000).

Diseño de investigación

El diseño se basó en un diseño cuasi-experimental, ya que la investigadora esperó la ocurrencia del problema, para incorporarse en él y realizar la investigación. Se tomaron grupos que estaban integrados, por lo que la unidad de análisis, es decir los materiales de empaque, no se asignaron al azar. Por otra parte, fue posible controlar cuando se llevaron a cabo las observaciones, así como también decidir cuáles materiales de empaque fueron seleccionados como muestra del estudio (López, 2012).

Unidad de análisis, población y muestra

Las unidades de análisis estuvieron representadas por los materiales de empaque para azúcar refino, específicamente bobinas y sacos. Tales empaques variaron de acuerdo con las presentaciones que envasa y expende la organización, así como también con la calidad del azúcar que se produce en el proceso de fabricación (Tabla 1).

La población del estudio, estuvo constituida por los insumos indicados en la Tabla 2, solicitados por el Departamento de Procura, y recibidos por el Departamento de Almacén de Materiales de CEPSA. Se usaron, los materiales de empaque que llegaron en enero de 2016, y se utilizaron en el Departamento de Envases, siendo este el encargado de empacar el azúcar refino en las diferentes presentaciones que fueron comercializadas a los clientes del CEPSA.

La muestra, se correspondió con las bobinas y sacos señalados en la Tabla 2, recibidas en enero de 2016, los cuales fueron utilizados, en la tercera semana del mes de febrero de 2016, en el turno 1 (de 06:00 am a 02:00 pm). Estos materiales presentaron como característica común que son materiales de empaque primario, es decir aquellos que tienen contacto directo con el producto a envasar.

Tabla 1. Materiales de empaque usados para el envasado de azúcar refino en CEPSA.

Materiales de empaque	Descripción	Presentación a envasar
Papel.	Bobina impresa de 33cm.	Azúcar refino Montalbán® 1kg.
	Bobina impresa de 72cm.	Fardo Montalbán® de 20 x 1kg.
	Bobina impresa de 40,5cm.	Azúcar refino Montalbán® 2kg.
	Bobina impresa de 75cm.	Fardo Montalbán® de 12 x 2kg.
	Bobina impresa “Polypouch”.	Azúcar refino Montalbán® en sobres de 4g.
	Sacos de 3 pliegos.	Azúcar refino Montalbán® de 50kg
PEBD ¹ .	Bobina impresa de 36cm.	Azúcar refino Montalbán® 1 kg. Azúcar blanco “Konfit®” 1kg.
	Bobina impresa de 56,5cm.	Azúcar refino Montalbán® 5kg.
	Bobina sin impresión de 112cm.	Fardo de 20 x 1kg Montalbán® y “Konfit®”.
	Bobina “poli-strech”.	Paletas de: 72 fardos, azúcar refino Montalbán®, 4 x 5kg Montalbán®.
		Azúcar blanco “Konfit®”.
		Bolsones de azúcar refino de 4g.
Bolsas de 800g.	Bolsones de azúcar refino Montalbán® de 4g.	
Polipropileno.	Sacos laminados	Azúcar refino Montalbán® de 50kg.
		Azúcar blanco “Konfit®” de 50 kg.

¹ polietileno de baja densidad (PEBD).

Para seleccionar esta muestra se tomó en cuenta el criterio de quejas y devoluciones. Por ello, fueron elegidos aquellos materiales de empaque en donde se observaron las frecuencias más elevadas de quejas y devoluciones. Siendo estas: las bobinas de 40,5cm por fallas en la mácula de fotocentrado (cuando las bobinas vienen con tal defecto, estas se descartan, perdiéndose gran cantidad de este material). En orden, siguieron los sacos de papel (tres pliegos), estos presentaban rasgaduras en sus pliegos, luego las bobinas de PEBD de 36 cm, con fallas en la macula de fotocentrado y los sacos de polipropileno que presentan fallas en los laterales. En cuanto a las bobinas de “Polypouch”, compuestas por papel recubierto con una capa de PEBD, la mayoría de sus desperdicios son generados por calibraciones en la máquina; sin embargo, se tomó en consideración para el estudio con el fin de verificar si la composición del papel es influyente en la cantidad de desperdicios.

Tanto las bobinas, como paletas fueron tomadas a razón de dos unidades por día, para un total de diez bobinas o paletas, durante la semana de estudio. Para el caso de la bobina impresa de 40,5 cm Montalbán®, se estimaron 11493 unidades de empaques. Por su parte, para la bobina impresa “Polypouch” Montalbán®, se valoraron aproximadamente 81809 unidades de empaques. Continuando con los sacos de papel de 3 pliegos Montalbán® se evaluaron 1800 sacos. Con respecto a la bobina impresa de PEBD de 36cm Montalbán® fueron objeto de estudio 676 unidades de empaque. Y finalmente, para los sacos de polipropileno, Montalbán® y “Konfit®” se analizaron 5000 unidades de sacos para cada marca del producto. Las cantidades fueron tomadas de los promedios de unidades de empaque o sacos para cada material de empaque examinado (Tabla 2).

Tabla 2. Materiales de empaque seleccionados como población y muestra de análisis del estudio, descripción, cantidad de empaques por bobina o paletas y principales defectos de proveedor de los materiales de empaque objeto de estudio.

Materiales de empaque	Descripción	Cantidad muestreada	Cantidad de empaques por tipo de producto**	Defecto de proveedor
Papel.	Bobina impresa de 40,5 cm.	10 bobinas	11493	Distancia entre fotocentrado (cm).
	Bobina impresa “Polypouch”.	10 bobinas	81809	Calibración de la máquina (kg).
	Sacos de 3 pliegos.	10 paletas	1800	Pliegos rasgados (unidades).
PEBD*.	Bobina impresa de 36cm.	10 bobinas	676	Distancia entre fotocentrado (cm).
Polipropileno.	Sacos laminados Montalbán®	10 paletas	5000	Fallas en los laterales (unidades).
	Sacos laminados “Konfit®”	10 paletas	5000	

(*) polietileno de baja densidad. (**) Cantidades estimadas por una bobina o paleta.

Para el caso de las bobinas, el muestreo se llevó a cabo, cumpliendo el siguiente procedimiento: 1) se retiró el papel o plástico protector, (para la bobina de 40,5 cm el protector es papel de estraza o “kraft”, y para las bobinas de “Polypouch” y de PEBD, el recubrimiento es de polietileno), 2) se colocó en la máquina envasadora, 3) se realizó la calibración para su uso, 4) se observó e inspeccionó el rendimiento, es decir se observó cómo fue la funcionalidad de estas. En caso de observar desperdicios por

defectos del proveedor, se procedió a: 5) desmontarla de la máquina, y 6) colocar la cantidad defectuosa en la balanza, a fin de contabilizar la cantidad total rechazada y calcular la cantidad de empaques que se dejaron de producir.

Con respecto al muestreo aplicado a los sacos, se realizaron los siguientes pasos: 1) se destapó la paleta, es decir, se descartó el material de empaque protector, 2) se hizo una inspección previa al uso, a fin de detectar aquellos que poseían defectos por parte del proveedor, 3) en caso de evidenciar defectos en pliegos o en los laterales, según aplicó el caso, se contabilizó y se anotó para llevar el control, 4) los sacos buenos, se colocaron en el área de la máquina para utilizarlos, y 5) se inspeccionó el rendimiento de los mismos.

En las muestras seleccionadas, se hizo una revisión preliminar de lo que indica el certificado de calidad de estos materiales, con respecto al tipo de material. Se llevó a cabo el seguimiento en cuanto a rendimiento y se cuantificaron las pérdidas por operación, manipulación, o por defectos del proveedor, las cuales se esquematizaron mediante el uso de balances de masas.

En las bobinas de 40,5cm se midió la cantidad de masa (kg) rechazada por fallas en la mácula de fotocentrado. Con respecto a las bobinas de “Polypouch” se contabilizaron los desperdicios generados por calibraciones en la máquina. En los sacos de papel, se evaluaron cuantas unidades presentaron rasgaduras en sus pliegos. Con respecto a las bobinas de PEBD se contabilizaron cuantos empaques se dejaron de producir por fallas en la mácula de fotocentrado. Finalmente, en los sacos de polipropileno se midió cuantas unidades presentaron defectos en sus laterales. Tales datos se anotaron de acuerdo con la producción del turno 1, en la semana establecida para el estudio.

Diseño de muestreo

Se aplicó un muestreo aleatorio simple, de tal modo que cada una de las distintas combinaciones de las muestras tuvo la misma probabilidad de ser elegidas. En la

práctica, un muestreo de este tipo se realiza unidad por unidad, enumerándolas de 1 a N , el proceso debe otorgar la misma oportunidad de selección a todos y cada uno de los números que no hayan salido, estos n números constituyen la muestra (Cochran, 1971). Este tipo de muestreo, se centró en el estudio de la media muestral (Ecuación 1).

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

Donde:

\bar{y} corresponde a la media muestral

n corresponde al tamaño de la muestra total.

y_i corresponde a las unidades de muestras.

Ecuación 1. Media muestral.

Una vez determinado el tamaño de la muestra, se procedió a calcular la varianza muestral (Ecuación 2), para luego calcular los límites de confianza, de la media muestral (Ecuación 3).

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}$$

Donde:

y_i corresponde a la observación puntual.

\bar{y} media muestral.

n corresponde al número de observaciones de la muestra.

Ecuación 2. Estimador de la varianza muestral.

$$\hat{Y} = \bar{y} \pm \frac{ts}{\sqrt{n}} \sqrt{1-f}$$

Donde:

\hat{Y} límites estimados de la media.

\bar{y} media muestral.

t es el valor del desvío normal correspondiente a la probabilidad de confianza deseada.

s : desviación estándar

f es la fracción de muestreo, $f = n/N$

n observaciones de la muestra.

Ecuación 3. Límites de confianza para la media.

Para verificar la relación entre la desviación estándar y la media, se calculó el coeficiente de variación (CV) (Ecuación 4).

Donde:

$$CV = \frac{s}{y} \times 100$$

CV es el coeficiente de variación.

s: desviación estándar

y media muestral de los desperdicios originarios de proveedor.

Ecuación 4. Coeficiente de variación.

Técnicas para la recolección de información

Se realizaron recorridos por el área de almacén de empaques de CEPSA, y se conoció cuáles fueron los materiales recibidos, que se emplearon como envases del producto terminado. De igual forma, se llevaron a cabo recorridos en el Departamento de Envases en donde se adquirió conocimientos en cuanto al uso de los materiales de empaques, utilizados para el envasado del azúcar refino fabricado por la organización. Luego, se procedió a la revisión de las especificaciones técnicas de estos materiales, con el propósito de familiarizarse con las características de cada uno de ellos.

Posteriormente, se revisó la documentación que posee la empresa con respecto a la etapa de recepción de empaque, con esto se verificó la información observada en los recorridos. También se aplicó la observación indirecta mediante evidencia fotográfica y el chequeo del control de recepción de material de empaque, usando el sistema computarizado conocido como “BAAN Warehouse Management®”.

Por tratarse de una investigación proyectiva, se requirió de la obtención de datos por lo menos para dos fases (descriptivo-explicativo y cuantitativo), aunque también se obtuvieron datos del estado predictivo, es decir se requirió de recolecciones repetidas a fin de reconstruir el proceso evolutivo (Hurtado, 2000), de la generación de desperdicios a causa de los defectos. En relación con el estudio descriptivo-explicativo, se aplicaron entrevistas no estructuradas a los analistas de producto terminado del Departamento de Aseguramiento de la Calidad (Anexo A), a los operadores logísticos del Departamento de Almacén de Materiales (Anexo B), y a los operadores de las envasadoras (Anexo C). Tales entrevistas permitieron obtener

información referente a cada proceso, para fundamentar bases sólidas con respecto a las etapas que transita el material de empaque.

El estudio cuantitativo, se inició con la realización de una prueba piloto, por medio de la cual se buscó validar el formato de rápida aplicación (Anexo D), en el cual se determinaron algunas características de control del material de empaque, con la finalidad de identificar y mejorar problemas potenciales durante el proceso de envasado (Malhotra, 2004). Con la aplicación de esta prueba, se garantizaron las mismas condiciones de realización para el trabajo de campo real. Para llevar a cabo esta prueba piloto se aplicó un muestreo aleatorio simple (Hurtado, 2000), elaborando una lista completa de la población, y luego se calculó la razón de muestreo (K), correspondiente al cociente de las unidades de la muestra (n) entre las unidades de la población (N).

Luego se procedió a la utilización del formato en las muestras de estudio, con esto, se conoció la cantidad de desperdicios generados, y se esquematizó mediante balances de masa, realizados en cada material de empaque seleccionado como muestra de estudio. Los desperdicios fueron discriminados en proveedor, operación o manipulación. En caso de evidenciar desperdicios originarios del proveedor, se pudo conocer cuál fue el defecto y la cantidad de estos. Utilizando la herramienta Microsoft Excel®, se realizaron gráficos de control, considerando como límites de confianza para la media lo indicado en la Ecuación 3, de acuerdo a los criterios de muestreo para cada material de empaque.

Se realizaron curvas de operación característica, y en las mismas se determinó el nivel de calidad aceptable (NCA), en vista de que la empresa no fijó dicho valor, se asignó un valor de 5%, correspondiente al riesgo de productor (α), (COVENIN 3133:2001). Para la determinación de la calidad límite, se utilizó un valor fijo de 10%, concerniente al riesgo del consumidor (β), tal y como lo señalan Carro y González (2012).

Posteriormente utilizando la tabla “Letra código del tamaño de muestra”, se determinó el nivel de inspección. Se consultó en dicha la tabla el rango en el que se encuentre el tamaño del lote que se inspecciono, y el nivel, así se determinó la letra correspondiente al tamaño de lote. Posteriormente se ubicó dicha letra en la tabla “Planes de muestreo simple para inspección normal”. Luego, con el nivel de calidad aceptable determinado en las curvas de operación característica, se halló el valor donde se cruzó la fila del tamaño, con la columna del nivel, determinándose así al tamaño de la muestra que debía inspeccionarse (COVENIN 3133-1:2001). Finalmente se aplicó una distribución binomial (Ecuación 5) para las bobinas, debido a que el tamaño de la muestra presentó valores pequeños ($n < 30$), y una distribución de Poisson (Ecuación 6) para los sacos ($n > 30$ y $p < 0,1$). Con las curvas de operación características, se verificaron los riesgos del consumidor (β) y del productor (α).

Donde:

$$p(x) = \frac{n!}{x!(n-x)!} p^x q^{n-x}$$

x es el evento.
 p: probabilidad de éxito.
 q: probabilidad de fracaso.
 n: número de observaciones

Ecuación 5. Distribución Binomial.

Donde:

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

x es el evento.
 p: probabilidad de éxito.
 e: representa el número de Euler= 2.71828.
 λ aproximación del número de observaciones por la probabilidad de éxito.

Ecuación 6. Distribución de Poisson.

Técnicas para el análisis de los datos

Luego de obtener los datos categorizados, de acuerdo con las mediciones hechas sobre las muestras de análisis, se procedió a tabular estadísticamente cuanto es la

pérdida generada por causa de los materiales de empaque que no cumplen con los requerimientos de calidad para el proceso. Con ello, fue posible determinar algunos parámetros en la población que permitieron establecer el número apropiado a seleccionar como muestra de estudio, en los futuros procedimientos de recepción de materiales de empaque para azúcar refino. Partiendo de lo anterior, se contó con información suficiente para establecer el plan de muestreo, que indicará cuánto deben muestrear según la cantidad que se reciban. Con el plan de muestreo, utilizando las herramientas que ofrece el programa Microsoft Excel®, se programó una hoja de cálculo, para conocer si se acepta o se rechazan los lotes dependiendo de los análisis realizados.

Fases Metodológicas

Fase I. Identificar las características, los parámetros y la forma como se realizan las inspecciones para la recepción de los empaques utilizados en CEPSA.

El objeto de esta fase fue obtener los conocimientos generales del problema, puesto que se debió describir el problema con precisión e identificar las acciones pertinentes (Malhotra, 2004). Por lo tanto, esta fase fue exploratoria, ya que consistió en conocer el entorno y los factores que intervienen tanto en la recepción, manipulación y despachos de los materiales de empaques utilizados para el envasado de azúcar refino en CEPSA. Para llevar a cabo la misma, se realizaron recorridos y se participó de manera indirecta en los procesos de recepción, lo que permitió adquirir nociones referentes a los materiales de empaque, así como también evidenciar cuáles son los criterios para la toma de muestras y posterior aceptación de estos insumos.

Además, por medio de las entrevistas no estructuradas se pudo afianzar conocimientos obtenidos en meses previos a la realización de los análisis correspondientes, en los recorridos y las revisiones documentales respectivamente. La revisión documental permitió comparar lo establecido en las instrucciones de trabajos y los manuales de procedimientos, con la práctica que realmente se realiza respecto a la recepción de los materiales de empaque.

Fase II. Describir nuevas formas para la realización de inspecciones y muestreos en la recepción de materiales de empaque para azúcar refino en CEPSA.

Esta fase de tipo cuantitativa, consistió en recoger aspectos generales del espacio físico, de los operarios, de los acontecimientos y de la organización (Icar, 2012). Se basó, inicialmente, en una revisión documental, lo que permitió establecer un criterio propio, con miras en lo que requiere el Departamento de Aseguramiento de la Calidad, para la toma de decisiones con respecto a la aceptación de lotes de los materiales de empaque.

Se tomaron en consideración los datos históricos referentes a las quejas, a fin de manejar información con respecto a los motivos que representaron mayor frecuencia de devoluciones. Con fundamentos teóricos sólidos y conociendo los procesos previos, de recepción y aceptación, se estuvo en la capacidad de reseñar nuevas maneras de inspeccionar y muestrear los materiales de empaque en su etapa de recepción, es decir describir como debe ser el plan de muestreo para tener una representación significativa de los lotes que se reciban en CEPSA.

Fase III. Realizar una herramienta computacional que facilite las labores de aceptación de lotes de materiales de empaque para azúcar refino en CEPSA.

Esta última fase, se enfocó en el desarrollo de la herramienta computacional para facilitar la toma de decisiones en cuanto a la aceptación o rechazo de los lotes de material de empaque. Esta se realizó para establecer criterios de aceptación de acuerdo al lote de material, la cantidad que se reciba y los resultados de los análisis que se le hagan a estos, en la etapa de recepción.

CAPÍTULO IV

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Fase I. Identificar las características, los parámetros y la forma como se realizan las inspecciones para la recepción de los empaques utilizados en CEPSA.

El Departamento de Procura y Almacén de Materiales de CEPSA, es el encargado de realizar los trámites administrativos referentes a la adquisición de los diferentes materiales e insumos que serán utilizados en los diversos procesos del Central. El mismo, cuenta con dos Almacenes: el de Insumo Químicos y el de Empaque, siendo este último el área física asignada por la organización para el almacenamiento de los materiales de empaque que fueron objeto de este estudio.

Para el cumplimiento del objetivo planteado, se inició el recorrido de inspección en el Almacén de Empaque, en donde se pudo conocer cuáles son los materiales de empaque que se recibieron en la organización (Anexo E). Tomando en consideración los resultados obtenidos en la aplicación de la entrevista no estructurada a los analistas de producto terminado del Departamento de Aseguramiento de la Calidad, asignados a realizar los procedimientos técnicos, y a los operadores logísticos del Departamento de Almacén de Materiales, encargados de los procedimientos administrativos, referentes a la etapa de recepción.

Se pudo observar que el procedimiento administrativo para la etapa de recepción se inicia bajo la supervisión del responsable de Almacén de Materiales, quien se encarga de: 1) notificar al Responsable de Calidad la llegada del insumo, para que se dirija al Almacén de Materiales, 2) solicitar al chofer del vehículo de carga los siguientes documentos: nota de entrega y/o factura comercial, y el certificado de calidad y 3) realizar la inspección visual de las condiciones del vehículo de carga y del insumo. Si

observa una condición irregular, notifica al Supervisor de Almacén para que realice la queja al proveedor en el sistema BAAN Warehouse Management®, según lo establecido en el procedimiento “generación de quejas a proveedores”.

El responsable de Almacén de Materiales, realiza las listas de nota de recepción en el sistema BAAN Warehouse Management®, en el caso de requerir medir la masa de los materiales de empaque, el responsable emite una orden al Responsable de Calidad para que realice tal actividad. También, escanea el Certificado de Calidad del Insumo y lo envía por correo electrónico al grupo interno llamado: recepciones de insumo. Posteriormente, solicita al operador del montacargas que descargue el insumo, en el Almacén de Materiales. Sella la copia de la factura o nota de entrega en señal de haber recibido los documentos que trae el chofer del vehículo de carga. Finalmente, realiza los pasos correspondientes para el ingreso de la mercadería, de acuerdo con lo descrito en el procedimiento de recepción de materiales del sistema BAAN Warehouse Management®.

Por su parte, el Responsable de Calidad, realiza inspección visual de las condiciones físicas al insumo de empaque que se está recibiendo, y realiza la toma de la muestra para la evaluación de las especificaciones del análisis de calidad para el material de empaque, reseñadas en la Tabla 3, a excepción de las bobinas impresas “Polypouch”, que no se le realizan ningún tipo de análisis. Seguidamente, registra los resultados de la inspección visual de la carga y los resultados analíticos del certificado de calidad recibido del proveedor en el sistema BAAN Warehouse Management®, según lo establecido en el procedimiento “posteo de análisis de insumos en el sistema”. Luego, notifica al Responsable de Almacén de Materiales el resultado de la inspección realizada al insumo: aceptado (si el resultado analítico cumple con los parámetros establecidos), rechazado (si el resultado obtenido se encuentra fuera de las especificaciones de producto) u observaciones (si por algún motivo se retrasa el análisis del lote del insumo y es necesario descargarlo).

El manual de procedimiento señala que si el producto se encuentra fuera de las especificaciones establecidas en el plan de calidad, se debe hacer un reporte siguiendo los pasos establecidos en el procedimiento “producto no conforme”. Es importante indicar que para el caso de CEPSA, no se toman en consideración estos planes. Finalmente, el Responsable de Calidad se dirige al Almacén de Materiales e identifica al producto con la etiqueta correspondiente al resultado de los análisis del mismo.

Tabla 3. Especificaciones del análisis de calidad para el material de empaque, realizadas por el responsable de calidad de CEPSA.

Material de Empaque	Descripción	Bobinas		Sacos(*)
		40,5 cm	36 cm	
Especificaciones				
Certificado de calidad	Contiene información predeterminada del proveedor.	x	x	x
Condición física	Evaluación de la apariencia del material.	x	x	x
Color de impresión	Se realiza una comparación visual con la carta de color.	x	x	x
Ancho de la bobina (cm)	Se refiere a la distancia vertical de la bobina.	x	x	
Ancho del saco (cm)	Se refiere a la distancia vertical del saco.			x
Ancho de la macula (cm)	Es la distancia vertical de la fotocelda.	x	x	
Longitud del saco (cm)	Se refiere a la distancia horizontal del saco.			x
Longitud de la macula(cm)	Se refiere a la distancia horizontal de la fotocelda (marca azul).	x	x	
Distancia entre fotocentrado (cm)	Se refiere a la distancia que existe entre las fotoceldas.	x	x	
Distancia entre la mácula y la orilla del papel (cm)	Se refiere la distancia que existe entre la fotocelda y la orilla del papel.	x		
Fuelle (cm)	Se toma del certificado de calidad.			x
Espesor (µm)	Se toma el valor del certificado de calidad.	x	x	
Material	Se toma del certificado de calidad (polipropileno, papel de estraza).	x	x	x
Apariencia	Se refiere a la inspección visual del arte de impresión.	x	x	x

(*) tres pliegos de papel Montalbán®, polipropileno Montalbán® y polipropileno “Konfit®”.

Partiendo de la información obtenida de las entrevistas no estructuradas a los operadores logísticos del Departamento de Almacén de Materiales y de la revisión en

el sistema BAAN Warehouse Management®, se pudo verificar que de 65 recepciones tramitadas por este departamento, 60% corresponden a insumos químicos, y 40% a material de empaque. De los materiales de empaque en estudio, las cantidades recibidas variaron de acuerdo con el tipo de material (Tabla 4). También, se pudo constatar que el Departamento de Almacén de Materiales, realiza los despachos de estos materiales, tres veces por semana (lunes, miércoles y viernes) y que las cantidades dependen de lo solicitado por el Departamento de Envases.

Tabla 4. Cantidades de materiales recibidos por el Departamento de Almacén de Materiales de CEPSA durante el estudio.

Tipo de material	Descripción	Cantidad aproximada recibida
Papel.	Bobina impresa de 40,5 cm.	45 a 74 bobinas
	Bobina impresa “Polypouch”.	28 a 60 bobinas
	Sacos de 3 pliegos.	36 a 150 paletas
PEBD.	Bobina impresa de 36cm.	70 a 150 bobinas
Polipropileno*.	Sacos laminados.	9 a 20 paletas

(*) Montalbán® y “Konfit®”.

De acuerdo con el procedimiento interno de CEPSA, denominado “recepción de insumos químicos y de empaque”, el movimiento de los materiales de empaque en el almacén, se debe llevar a cabo tomando en cuenta lo estipulado en el sistema de control de inventarios “first in, first out” (FIFO), pero la realidad es que aplican el sistema “last in, first out” (LIFO).

Con los resultados de la entrevista a los operadores de envasadoras, se pudo constatar que cuando reciben materiales no aptos para el proceso, por presentar defectos de proveedor, descartan el material de empaque, para luego generar una queja en el sistema BAAN Warehouse Management®, y posteriormente la devolución del material defectuoso. También se pudo comprobar que a pesar de tener formatos establecidos por la organización para registrar las pérdidas de tiempo y de material de empaque, estos no son utilizados en el proceso de envasado.

Por otra parte, con los recorridos realizados en el Departamento de Envases se pudo evidenciar, que para el producto destinado a la industria se cuenta con el área de envasado de 50 kg, consta de dos líneas de producción con una capacidad de llenado de 12 sacos por minuto cada una. Para esta operación se tienen las máquinas Chronos Richardson®, asistidas por un operador de envasadora, dichas envasadoras cuentan con un sistema de balanzas electrónicas para garantizar el contenido de los sacos. Estos sacos son de papel o de polipropileno.

Para el envasado en presentaciones de 5 kg, 2 kg y 1 kg, se tiene el área de fraccionado, conformada por las siguientes máquinas: Hesser® 1: envasa 92 paquetes por minuto de 1 kg de producto en presentación papel, Hesser® 3: envasa 70 paquetes por minuto de 2 kg de producto en presentación papel, Sig®: envasa 96 paquetes por minuto de 1kg de producto en presentación papel, Indumak® (2 envasadoras): 45 paquetes por minuto de 1 kg en presentación de plástico, Indumak® (1 envasadora): 25 paquetes por minuto de 5 kg en presentación de plástico. Adicionalmente, cada máquina envasadora cuenta con una máquina embaladora, la cual permite empacar las presentaciones individuales del producto en fardos de 20 kg cada uno. Además, se tiene el área de envases especiales para presentaciones de cafetín (4g) en la máquina envasadora Omag®: 1600 papeletas por minuto en material “Polypouch”.

El producto envasado se envía al área de almacén de producto terminado para su posterior venta y comercialización. En CEPSA, se cuentan con cuatro (04) almacenes de producto terminado, uno con capacidad de 5.000 ton, dos de 10.000 ton y uno de 20.000 ton.

Las instalaciones de almacenamiento del azúcar, como producto terminado, están distanciadas de las áreas de recepción de materia prima y producción, evitando así cualquier contaminación cruzada. Es importante aclarar que por producto terminado

se entiende al producto que no será objeto de ningún tratamiento o transformación posterior por parte de la organización.

El almacenamiento del producto terminado se realiza de forma ordenada, utilizando áreas específicas y debidamente delimitadas para cada tipo de presentación, en lotes identificados por día de producción. Se cuenta con áreas en el almacén para producto de 50 kg, en donde se almacenan sacos de azúcar refino en papel y polipropileno en rumas ordenadas. Así como también se tiene el área para fraccionados (1 kg, 2 kg, 5 kg y cafetín), los cuales se ubican en paletas.

Fase II. Describir nuevas formas para la realización de inspecciones y muestreos en la recepción de materiales de empaque para azúcar refino en CEPESA.

Para cumplir con este objetivo, fue necesaria la aplicación de una prueba piloto, la cual consistió en la toma de muestras a los materiales de empaque objeto de este estudio. Cabe acotar, que se tomaron 10 unidades, tanto para bobinas como para paletas de sacos. Como criterio de selección para dichas muestras, se utilizaron los históricos referentes a quejas y devoluciones de estos insumos, siendo elegidos aquellos empaques primarios con más frecuencia de devoluciones (Figura 1).

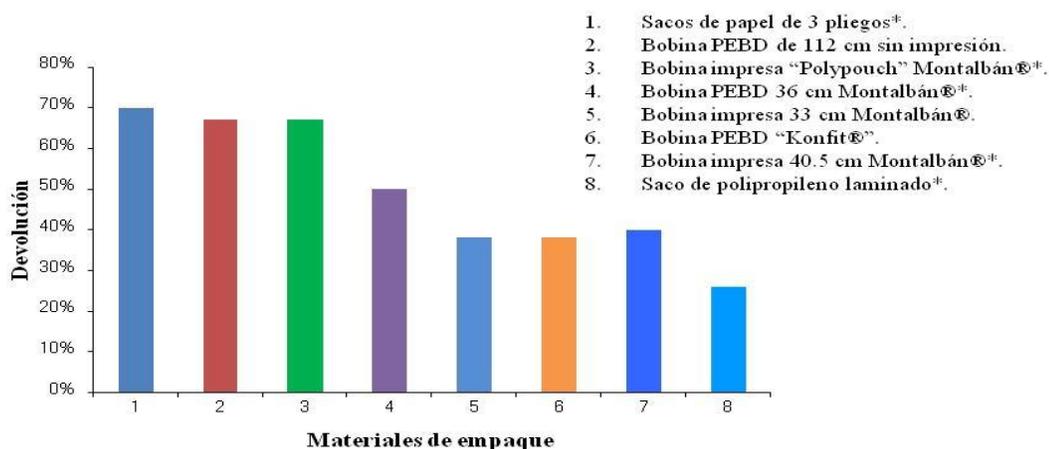


Figura 1. Frecuencias de devoluciones de materiales de empaque. (*) Materiales de empaque seleccionados como población y muestra del estudio.

Luego de tener la muestra definida, se procedió a realizar la prueba piloto, la cual consistió en aplicar el formato de control de material de empaque, donde se pudo contabilizar la cantidad de desperdicios para cada uno de los materiales que constituyeron la muestra. Es importante resaltar, que la característica común se basó en contar la cantidad de unidades que se dejaron de producir por defectos del proveedor.

Tabla 5. Promedio de la población, cantidades muestreadas, cantidades defectuosas, desviación estándar de los defectos y coeficiente de variación de los materiales de empaque de azúcar refino de CEPSA.

Material de empaque	Población (Promedio)	Cantidad muestreada (promedio)	Cantidad defectuosa (promedio)	Cantidad defectuosa (%)	Desviación estándar defectos	CV (%) defectos
Bobina 40,5 Montalbán®.	11493	7300	3522	48,25	4616,00	131,06
Bobina Polypouch Montalbán®.	81809	80912	897	1,11	431,00	48,05
Sacos papel de 3 pliegos Montalbán®.	1800	1631	6	0,37	10,00	166,67
Bobina PEBD Montalbán®.	676	640	28	4,38	12,00	42,86
Sacos Polipropileno Montalbán®.	5000	3817	50	1,31	24,00	48,00
Sacos Polipropileno "Konfit®".	5000	1376	21	1,53	22,00	104,76

Para el caso de la bobina impresa de 40,5 cm Montalbán®, la cantidad de empaques defectuosos representó un 48.25%. Por su parte, para la bobina impresa “Polypouch” Montalbán®, la cantidad de empaques que se dejaron de producir, estuvo por el orden del 1.11%. Continuando con los sacos de papel de 3 pliegos Montalbán®, la cantidad de unidades de sacos defectuosos se calculó en 0.37%. Con respecto a la bobina impresa de PEBD de 36cm Montalbán®, la cantidad de empaque defectuosos correspondió a 4.38%. Referenciando los sacos de polipropileno Montalbán®, la cantidad de sacos defectuosos concernió al 1.31%. Y finalmente, los sacos de

polipropileno y “Konfit®”, la cantidad de defectuosos resultó ser 1.53%(Tabla 5). Las cantidades defectuosas (%) fueron estimadas utilizando los promedios de las cantidades muestreadas y las cantidades defectuosas para cada material de empaque objeto de esta investigación. Cabe acotar, que para el caso de las bobinas de “Polypouch” y PEBD, la prueba piloto cumplió cabalmente con los requisitos del plan de muestreo, por lo tanto, no fue necesaria la realización de la curva de operación.

Para las bobinas impresas Montalbán® de 40,5 cm, se determinó en la prueba piloto un coeficiente de variación de 131.06% (Tabla 5), el cual se asoció con las grandes cantidades de masa rechazada (kg) por defectos en la mácula de fotocentrado. Por medio de un balance de masa, se pudo observar que se genera una cantidad de desperdicios, que representa el 36.49% de la masa inicial del proceso (Figura 2a).

Para obtener la cantidad de empaques no producidos por defectos del proveedor, se partió de la masa de una unidad, cuyo valor resultó ser de 15 g, totalizando 35217 empaques de 2 kg de azúcar refino Montalbán®. Se pudo evidenciar que las bobinas defectuosas generaron desperdicios de proveedor, de las 10 bobinas objeto de estudio, cinco de estas arrojaron valores fuera de los límites de control, siendo las más perjudiciales para la organización aquellos valores por encima del límite de control superior, representando 35073 empaques no producidos de 2 kg de azúcar refino Montalbán® (Figura 2b). ®.

En relación con la curva de operación característica para la bobina impresa Montalbán® de 40,5cm, se puede indicar que de las 10 unidades muestreadas y tomando en cuenta el nivel de calidad aceptable sólo se debieron aceptar dos unidades defectuosas. En relación con la calidad límite, se obtuvo un valor de seis unidades defectuosas por cada 10 unidades muestreadas, es decir la empresa está aceptando seis unidades defectuosas. De acuerdo con la tabla de planes de muestreo simple para inspección normal (COVENIN 3133: 2001), este lote debió ser rechazado, porque el

límite establece una unidad defectuosa por cada 10 bobinas inspeccionadas, y el valor determinado mediante la aplicación de la prueba piloto se excede en una unidad. (Figura 2c).

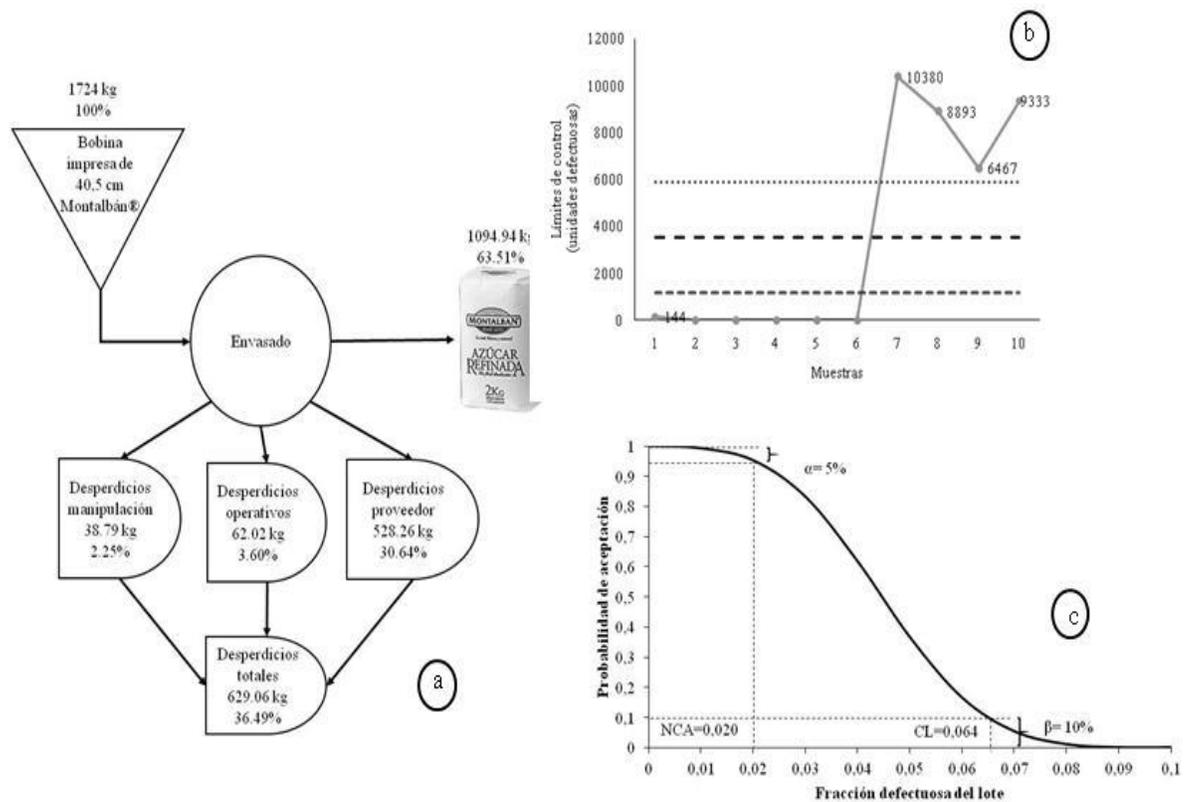


Figura 2. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para la bobina impresa Montalbán® de 40,5 cm. a) Balance de masa, b) Gráfica de control y c) Curva de operación característica.

Con respecto a las bobinas impresas Montalbán® “Polypouch”, se tomó una muestra de 10 bobinas, que cada una contenía en promedio 81809 impresiones, estas tuvieron desperdicios por las calibraciones en la máquina, sin embargo, los operadores de las envasadoras consideran que no es una pérdida significativa. Al realizar el balance de masa, se obtiene que estos desperdicios representan el 1.10% de la masa inicial (Figura 3a). El material desechado por dichas calibraciones, puede deberse al espesor de estas bobinas, lo cual podría estar influyendo en el rendimiento de las cuchillas de

la máquina. Cabe acotar, que a estas bobinas no se le realiza ningún tipo de análisis en la etapa de recepción.

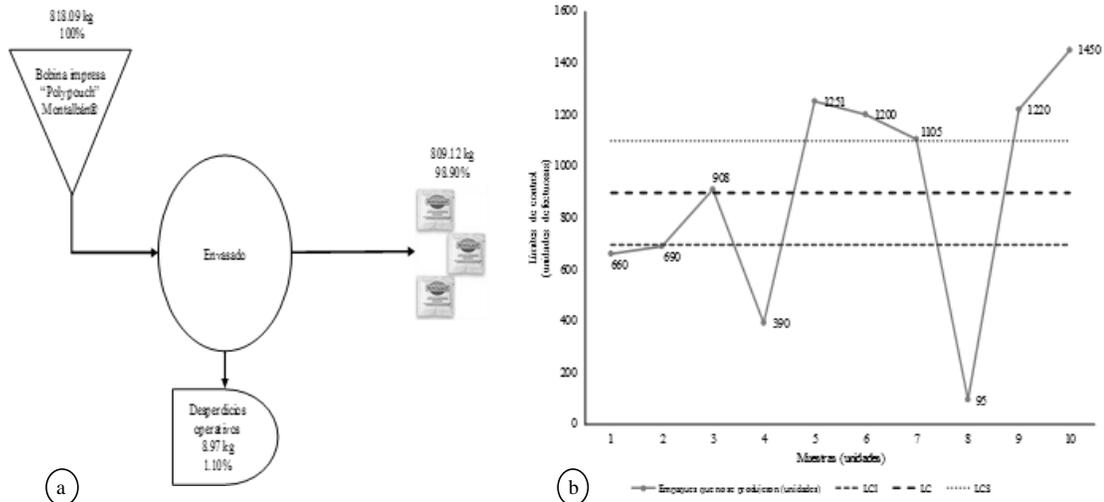


Figura 3. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para la bobina impresa Montalbán® “Polypouch”. a) Balance de masa, y b) Gráfica de control.

Para obtener la cantidad de empaques no producidos por desperdicios operativos, se partió de la masa de una unidad. Se pudo evidenciar que el proceso estuvo fuera de control, puesto que resultaron valores que sobrepasaron ambos límites de control, lo que se traduce en pérdidas para la organización, totalizando en defectuosos 9866 sobres de 4 g de azúcar refino Montalbán®. Resultados por debajo del límite de control inferior representaron 1835 sobres de 4 g, mientras que los valores por encima del límite de control superior estuvieron por el orden de los 8031 sobres de 4 g que no se produjeron (Figura 3b).

Continuando con los sacos de papel de 3 pliegos, se tomó muestras en las dos líneas del área de 50 kg (Tabla 6). Para obtener las cantidades en masa (kg), se hizo la conversión con base en la masa de una unidad, cuyo valor corresponde a 60 g. En la prueba piloto se determinó un coeficiente de variación de 166.67% (Tabla 5), el cual se relacionó con las unidades defectuosas que presentaron pliegos rasgados. Con el balance de masa se pudo evidenciar que entre los desperdicios operativos y

desperdicios por proveedor se pierde un total de 0.60% de la masa inicial, lo que representa 9.48 kg en sacos defectuosos (Figura 4a).

Tabla 6. Cantidad de sacos de papel de 3 pliegos muestreados, producción, defectuosos, fracción muestreada, fracción no muestreada y fracción defectuosa.

Muestras (paletas)	Producción (unidades)	Defectuosos (unidades)	Fracción muestreada (%)	Fracción no muestreada (%)	Fracción defectuosa (%)
1	1759	19	98.72	0.20	1.08
2	1659	0	92.17	7.83	0.00
3	1572	28	87.33	10.89	1.78
4	1608	0	89.33	10.67	0.00
5	1667	9	92.61	6.85	0.54
6	1578	0	87.67	12.33	0.00
7	1491	0	82.83	17.17	0.00
8	1610	0	89.44	10.56	0.00
9	1680	0	93.33	6.67	0.00
10	1690	0	93.89	6.11	0.00
Media	1631	6	90.63	8.93	0.34

Por otra parte, con los gráficos de control se pudo comprobar que durante los cinco días que se realizó el control para el material de empaque, 56 unidades presentaron pliegos rasgados, de los cuales 47 unidades sobrepasan el límite de control superior para estos desperdicios originarios del proveedor (Figura 4b).

Con base en la curva de operación característica para los sacos de papel Montalbán® de 3 pliegos, se puede señalar que el nivel de calidad aceptable es de dos unidades defectuosas de cada 1631 unidades muestreadas, ello quiere decir que según el plan de muestreo aplicado solo deberían aceptarse dos unidades defectuosas. En relación con la calidad límite, se obtuvo un valor de ocho unidades defectuosas por cada 1631 unidades muestreadas, es decir la empresa está aceptando ocho unidades defectuosas. De acuerdo con la tabla de planes de muestreo simple para inspección normal (COVENIN 3133: 2001), este lote debió ser rechazado, porque el límite de

aceptación establece una unidad defectuosa por cada 1631 sacos inspeccionados, y el valor determinado mediante la aplicación de la prueba piloto se excede en una unidad (Figura 4c).

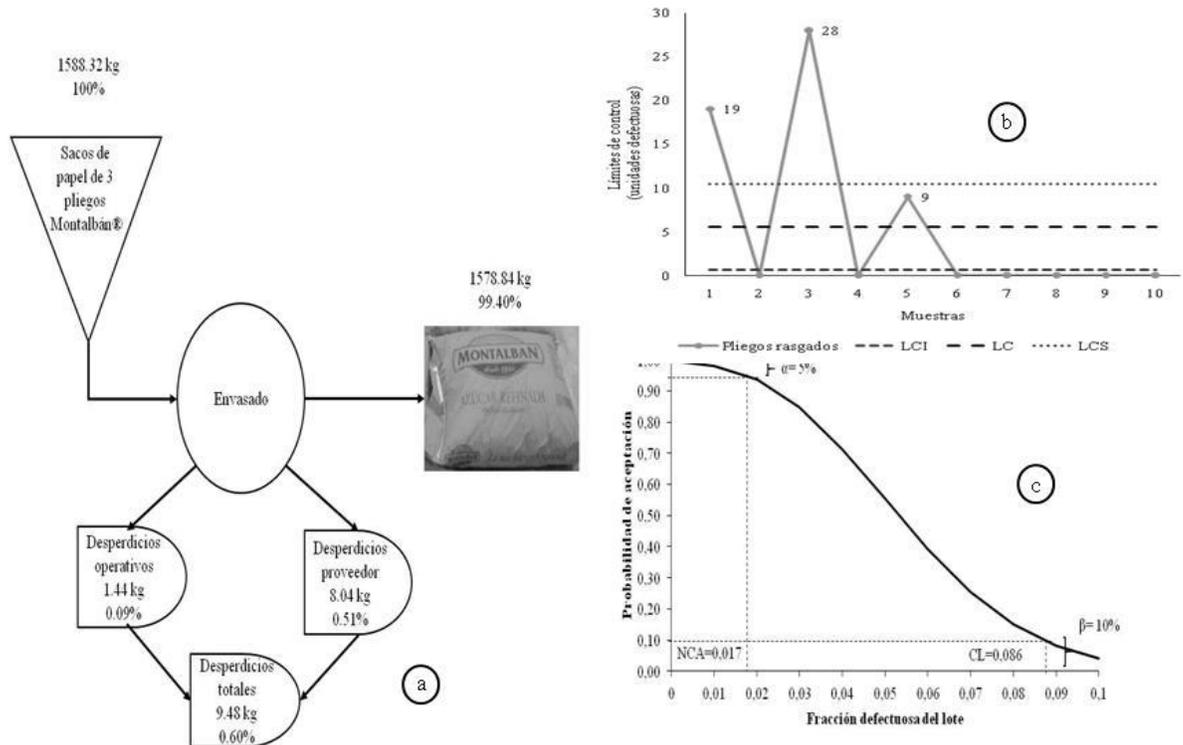


Figura 4. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para los sacos de papel Montalbán® de 3 pliegos. a) Balance de masa, b) Gráfica de control y c) Curva de operación característica.

También se tomaron muestras de las bobinas de PEBD Montalbán® de 36 cm. Del balance de masa, se pudo discernir que por desperdicios totales se pierde un 5.18% de la masa inicial (Figura 5a). Para obtener el valor correspondiente a las unidades no producidas, por presentar defectos del proveedor correspondientes a fallas en la mácula de fotocentrado (cm), se tomó como base la masa correspondiente de una unidad de estos empaques, es decir un envase de este material tiene una masa de 4 g, tomando en consideración la cantidad de masa rechazada, se halló el dividendo de esta cantidad entre la masa unitaria. Se pudo observar que, de las bobinas muestreadas, cuatro de ellas sobrepasaron el límite de control inferior, totalizando 70

empaques. Por otra parte, los valores por encima del límite de control superior, siendo estos últimos los que generan más pérdidas a la organización, sumando un total de 207 empaques que no se produjeron, de azúcar refino Montalbán®, en presentación de 1 kg de PEBD (Figura 5b).

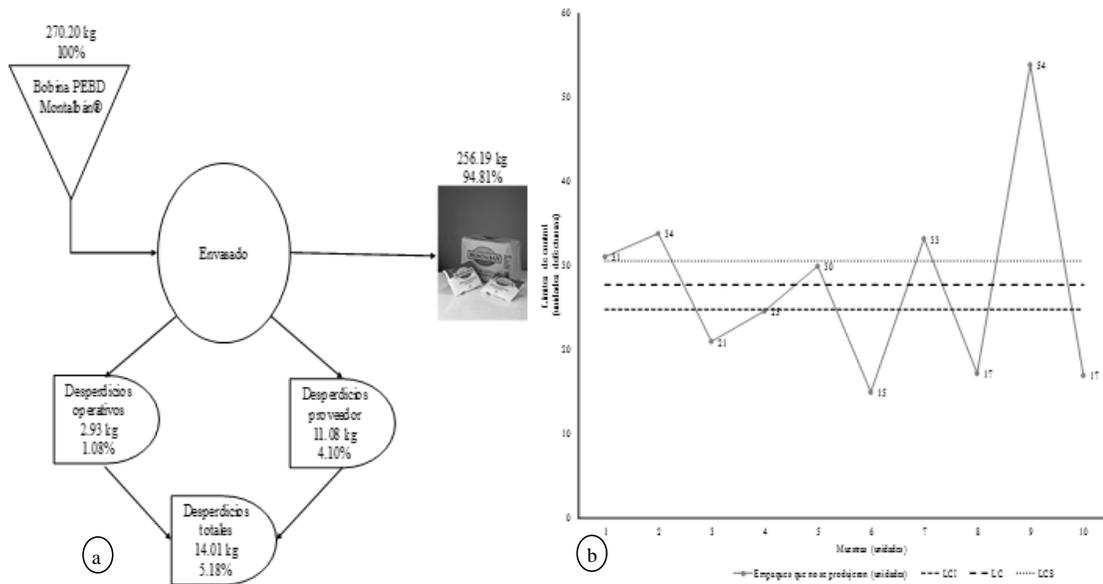


Figura 5. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para la bobina impresa Montalbán® PEBD de 36 cm. a) Balance de masa, y b) Gráfica de control.

Finalmente, se realizó las tomas de muestras de ambas líneas de producción para la semana de estudio, de los sacos de polipropileno Montalbán® y “Konfit®”. Para los balances de masa, se utilizó como base la masa unitaria de cada material respectivamente. Las unidades muestreadas variaron de acuerdo con las órdenes de producción (Tablas 7 y 8).

Para el caso de los sacos de polipropileno Montalbán®, se obtuvo como resultado, que durante el proceso de envasado se generaron 1.31% de desperdicios, representado por 58.64 kg de sacos defectuosos (Figura 6a). Se puede observar que, de las 10 muestras tomadas, tres de estas se hallaron por debajo del límite de control inferior, totalizando 63 sacos defectuosos. Con respecto a los valores que resultaron por

encima del límite de control superior, sumaron 332 unidades defectuosas, esto por presentar defectos en sus laterales (Figura 6b).

Tabla 7. Cantidad de sacos de polipropileno Montalbán® muestreados, producción, defectuosos, fracción muestreada, fracción no muestreada y fracción defectuosa.

Muestras (paletas)	Producción (unidades)	Defectuosos (unidades)	Fracción muestreada (%)	Fracción no muestreada (%)	Fracción defectuosa (%)
1	3814	45	76.28	22.54	1.18
2	3475	75	69.50	28.34	2.16
3	2965	20	59.30	40.03	0.67
4	3060	60	61.20	36.84	1.96
5	3469	14	69.38	30.22	0.40
6	4297	29	85.94	13.39	0.67
7	4201	59	84.02	14.58	1.40
8	4286	56	85.72	12.97	1.31
9	4173	80	83.46	14.62	1.92
10	4430	58	88.60	10.09	1.31
Media	3817	50	76.34	22.36	1.30

Partiendo de la información de la curva de operación característica para los sacos de polipropileno Montalbán®, se pudo verificar que el nivel de calidad aceptable es una unidad defectuosa de cada 3817 unidades muestreadas, es decir que según el plan de muestreo aplicado solo deberían aceptarse una unidad defectuosa. Concerniente a la calidad límite, se obtuvo un valor de ocho unidades defectuosas por cada 3817 unidades muestreadas, es decir la empresa está aceptando ocho unidades defectuosas. De acuerdo con la tabla de planes de muestreo simple para inspección normal (COVENIN 3133: 2001), este lote debió ser rechazado, porque el límite establece que no debe haber ninguna unidad defectuosa y en promedio se presentaron 50 unidades defectuosas en este lote (Figura 6c y Tabla 7).

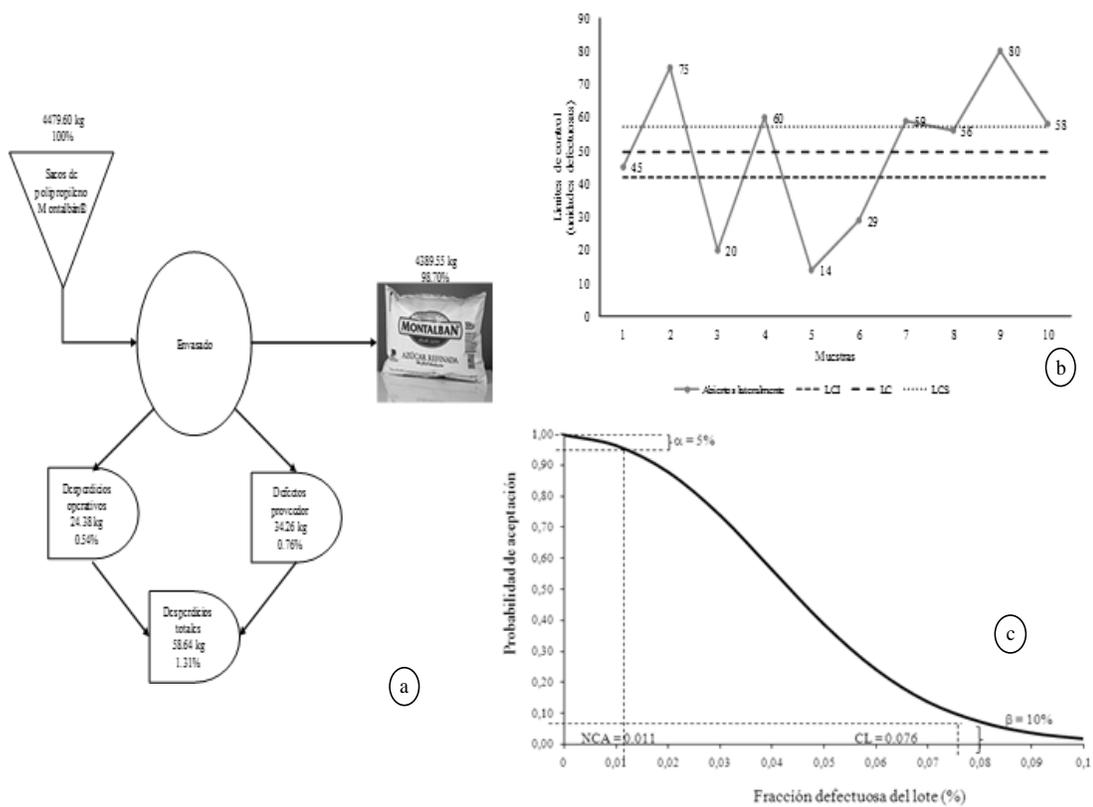


Figura 6. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para los sacos de polipropileno Montalbán®. a) Balance de masa, b) Gráfica de control y c) Curva de operación característica.

Por su parte, mediante la aplicación de la prueba piloto en los sacos de polipropileno “Konfit®”, se determinó un coeficiente de variación de 107 % (Tabla 5), el cual se relacionó con las unidades defectuosas que presentaron pliegos rasgados. Se muestrearon dos paletas diarias, para un total de 10 paletas evaluadas (Tabla 8).

Por medio del balance de masa se pudo evidenciar que la pérdida correspondiente a desperdicios totales fue de 15.26 kg, lo que representa 0.95% (Figura 7a). Con respecto a los sacos que llegaron con defectos en sus laterales, se pudo observar que, de las 10 muestras tomadas, dos de estas correspondieron a valores por debajo del límite de control inferior, representando 20 sacos defectuosos. Con respecto al límite de control superior, dos de las muestras sobrepasaron el mismo, sumando 134 sacos defectuosos (Figura

Tabla 8. Cantidad de sacos de polipropileno “Konfit®” muestreados, producción, defectuosos, fracción muestreada, fracción no muestreada y fracción defectuosa.

Muestras (paletas)	Producción (unidades)	Defectuosos (unidades)	Fracción muestreada (%)	Fracción no muestreada (%)	Fracción defectuosa (%)
1	1636	67	32.72	63.18	4.10
2	1540	27	30.80	67.45	1.75
3	1049	10	20.98	78.07	0.95
4	1021	0	20.42	79.58	0.00
5	1327	0	26.54	73.46	0.00
6	1239	67	24.78	69.81	5.41
7	1265	27	25.30	72.57	2.13
8	1800	10	36.00	63.44	0.56
9	1009	0	20.18	79.82	0.00
10	1872	0	37.44	62.56	0.00
Media	1376	21	27.52	70.99	1.49

De la curva de operación característica para los sacos de polipropileno “Konfit®”, se puede señalar que el nivel de calidad aceptable es seis unidades defectuosas de cada 1376 unidades muestreadas, según el plan de muestreo aplicado solo deberían aceptarse seis unidades defectuosas. Concerniente a la calidad límite, se obtuvo un valor de seis unidades defectuosas por cada 1376 unidades muestreadas. De acuerdo con la tabla de planes de muestreo simple para inspección normal (COVENIN 3133: 2001), este lote debió ser rechazado, porque el límite establece que no debe haber ninguna unidad defectuosa, y la media defectuosa resultó ser 21 unidades en este lote (Figura 7c y Tabla 8).

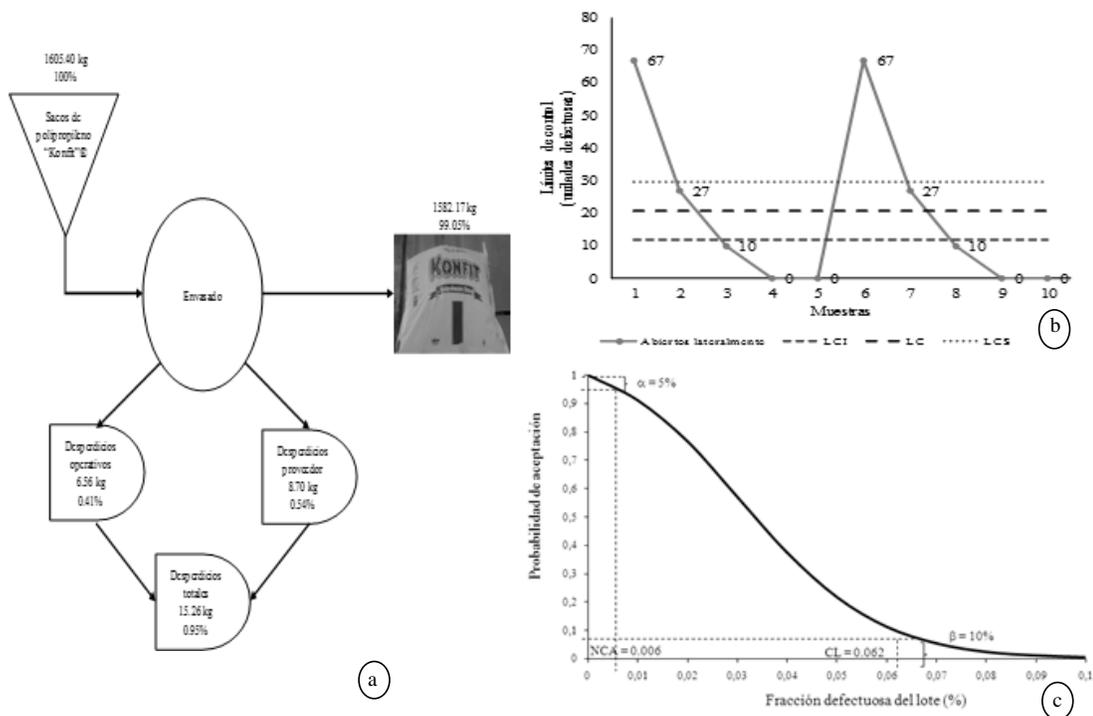


Figura 7. Resultados de la aplicación de la prueba piloto para los sacos de polipropileno “Konfit®”. a) Balance de masa, b) Gráfica de control y c) Curva de operación característica.

Luego de haber obtenido los resultados del control llevado para los materiales de empaque objetos de este estudio, se procedió a discriminar y contabilizar los desperdicios según su origen, manipulación, operación o proveedor. Se pudo evidenciar que la organización ha tenido grandes pérdidas por causa de los materiales defectuosos y también por aquellos materiales que son maltratados durante su traslado dentro de CEPSA. Los desperdicios por manipulación en la bobina impresa Montalbán® de 40,5 cm fueron 38.74 kg, es decir a estas bobinas se les tuvo que retirar y descartar esta cantidad de material para poder utilizarlas, porque estaban maltratadas por el carro montacargas.

En cuanto a las pérdidas por defectos del proveedor, se perdieron 528.26 kg, lo que imposibilitó la realización de 35217 envases, evitando la venta de 70434 kg de azúcar

refino. En las bobinas impresas “Polypouch” Montalbán®, los desperdicios operativos ascienden a 8.97 kg, traducidos en más de 39464 kg de azúcar refino que no pudieron envasarse. Las pérdidas por defectos de proveedor, en los sacos de papel Montalbán® corresponden a 8.05 kg, que representan 134 sacos que no pudieron ser utilizados, dejando de vender 6700 kg de azúcar refino. En las bobinas impresas de PEBD Montalbán® estos desperdicios sumaron 11.08 kg, lo que significó que no realizaron 277 empaques, y por ende se dejó de vender 277 kg de azúcar refino.

En el caso de los sacos de polipropileno Montalbán®, los desperdicios por proveedor correspondieron a 34.26 kg, equivalente a 297 sacos, impidiendo totalmente la venta de 14850 kg de azúcar refino. Finalmente, se pudo observar, que las pérdidas por defectos del proveedor en los sacos de polipropileno “Konfit®” fueron 8.70 kg, equivalente a 75 sacos, lo que se convierte en 3750 kg que se dejaron de vender.

Al realizar las respectivas curvas de operación, fue hallado el valor del nivel de calidad aceptable, para cada material de empaque. Posteriormente se analizaron los datos obtenidos, utilizando la tabla “Letra código del tamaño de muestra”, para determinar el nivel de inspección con base en el tamaño del lote muestreado, luego con la tabla maestra “Planes de muestreo simple para inspección normal”, al cruzar el valor definido como nivel de calidad aceptable, con la letra establecida en el procedimiento anterior, se obtiene el valor que refleja la cantidad que debe ser muestreado, así como también el valor de las unidades defectuosas y rechazables. (COVENIN 3133-1:2001). Aplicando este procedimiento a la prueba piloto, se obtuvieron los resultados señalados en la Tabla 9.

Proyectando estos resultados a la población de la cual se tomó la muestra de este estudio, se pudo verificar que ninguno de los lotes debió ser aceptado para ser utilizado en el proceso de envasado (Tabla 10).

Tabla 9. Tamaño del lote muestreado, nivel de calidad aceptable, tamaño de la muestra, unidades defectuosas aceptables y unidades defectuosas rechazables de las bobinas impresas de 40,5 cm Montalbán®, sacos de papel Montalbán®, sacos de polipropileno Montalbán® y sacos de polipropileno “Konfit®”.

Material de empaque	Tamaño del lote muestreado	Nivel de calidad aceptable (NCA)	Tamaño de muestra (n)	Unidades defectuosas aceptables (Ac)	Unidades defectuosas rechazables (Re)
Bobina impresa de 40,5 cm Montalbán®.	10	0,020	3	0	1
Sacos de papel Montalbán®.	16314	0,017	315	0	1
Sacos de polipropileno Montalbán®.	38170	0,012	500	0	1
Sacos de polipropileno “Konfit®”.	13758	0,006	315	0	1

Tabla 10. Resultados proyectados en la población total de los materiales objetos del estudio.

Material de empaque	Tamaño del lote (N)	Nivel de calidad aceptable (NCA)	Tamaño de muestra (n)	Unidades defectuosas aceptables (Ac)	Unidades defectuosas rechazables (Re)
Bobina impresa de 40,5 cm Montalbán®.	45	0,020	8	0	1
Sacos de papel Montalbán®.	90000	0,017	500	0	1
Sacos de polipropileno Montalbán®.	60000	0,012	500	0	1
Sacos de polipropileno “Konfit®”.	20000	0,006	315	0	1

De acuerdo con los resultados anteriores, para la realización de inspección y muestreos futuros, se debe tomar en consideración los siguientes aspectos: el analista de producto terminado debe acudir al Almacén de Materiales en lo que se recibe la primera notificación de recepción de materiales de empaque, de parte del responsable del Almacén de Materiales, realizar la toma de muestras, para su posterior análisis, luego utilizando el sistema “BAAN Warehouse Management®”, posteará los resultados, certificara la recepción, para inmediatamente notificar al responsable del Almacén de Materiales que los materiales de empaque han sido aceptados, con dicha decisión podrá ordenar la descarga de los materiales y la disposición en el almacén destinado para tal fin, en seguida debe realizar los trámites administrativos correspondientes para el ingreso de estos materiales al sistema “BAAN Warehouse

Management®”. Finalmente, el analista de producto terminado se dirigirá nuevamente al Almacén de Materiales, en esta oportunidad, para colocar la etiqueta verde con el rotulado A (aceptado).

Fase III. Realizar una herramienta computacional que facilite las labores de aceptación de lotes de materiales de empaque para azúcar refinado en CEPSA.

Considerando los resultados de la prueba piloto, se procedió a proyectar el plan de muestreo para los materiales de empaque, partiendo del hecho de que estos materiales tienen un rendimiento similar con respecto a sus lotes. Se tomaron los valores referenciales correspondiente a los tamaños de los lotes, establecidos en la tabla “Letra código del tamaño de muestra” (Anexo F), posteriormente se ubicó en dicha tabla el nivel de inspección general II, lo que determinó la letra correspondiente a ubicarse en la tabla “Planes de muestreo simple para inspección normal” (Anexo G), al tener la letra determinada, fue posible conocer cuál debería ser la cantidad que tiene que someterse a muestreo. Las tablas referenciadas anteriormente (Anexo F y G), pertenecen a la norma COVENIN 3133:2001.

Fijando un valor correspondiente al nivel de calidad aceptable de 10%, y utilizando la aplicación macros del software Microsoft Excel®, se programó una hoja de cálculo que establece como debe realizarse el muestreo según las cantidades de los tamaños de lotes recibidos. Para automatizar dicha hoja de cálculo, fue necesaria la realización de algoritmos para las bobinas (Figura 8) y sacos (Figura 9), que posteriormente se aplicaron para la programación del plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque. Se tomaron como intervalos para los tamaños de muestra, los siguientes valores, para bobinas, entre 2 y 150 unidades, y para los sacos, entre 1201 a 500000 unidades. Para ambos grupos de materiales de empaque, se estableció otro algoritmo para la decisión final referente a los lotes (Figura 10). Luego de tener los algoritmos, es decir las órdenes de ejecución, se procedió a crear los macros correspondientes, empleando los comandos “If”, y “Then”.

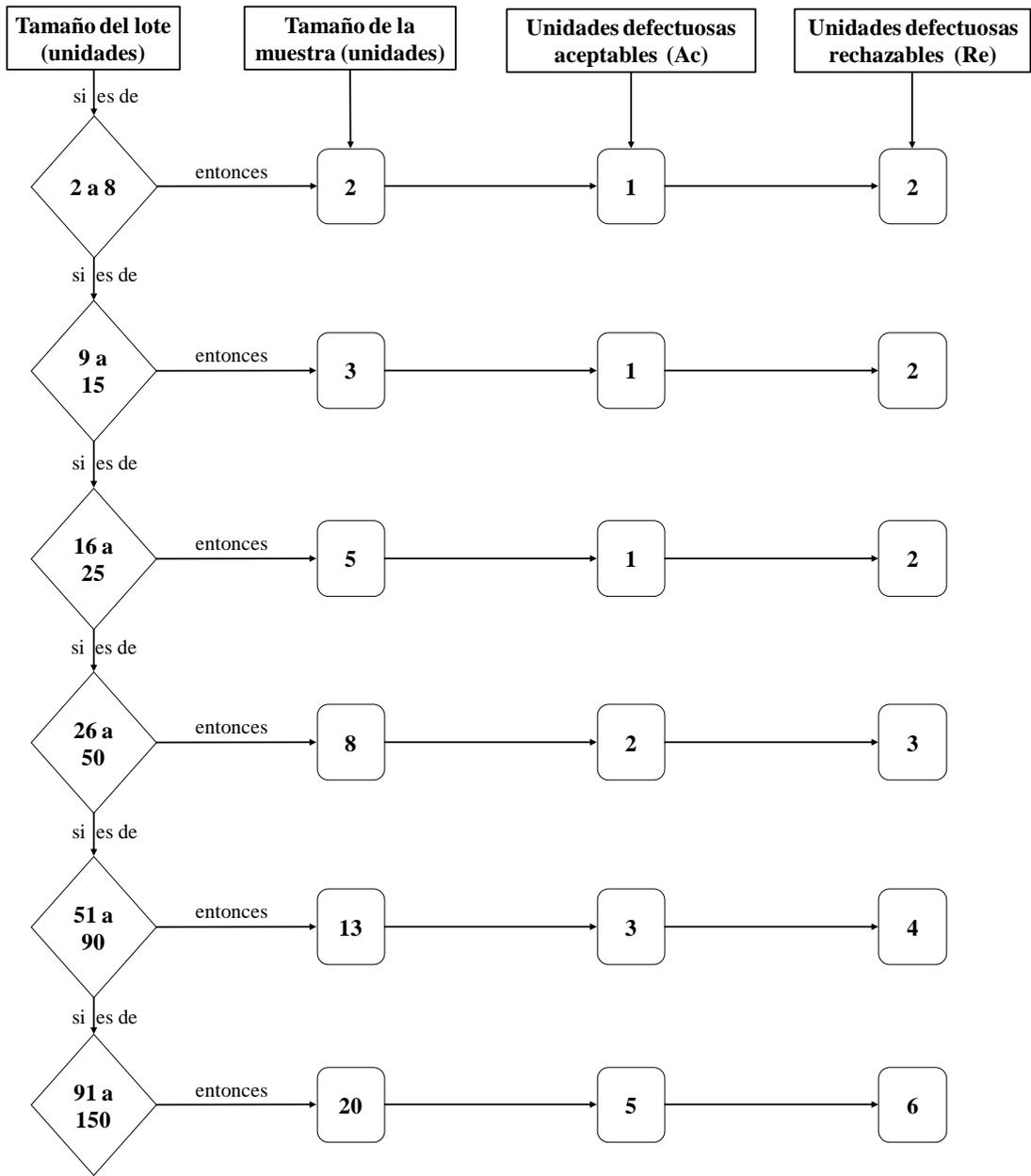


Figura 8. Algoritmo aplicado para programar el tamaño de la muestra, unidades defectuosas aceptables y unidades rechazables, para las bobinas.

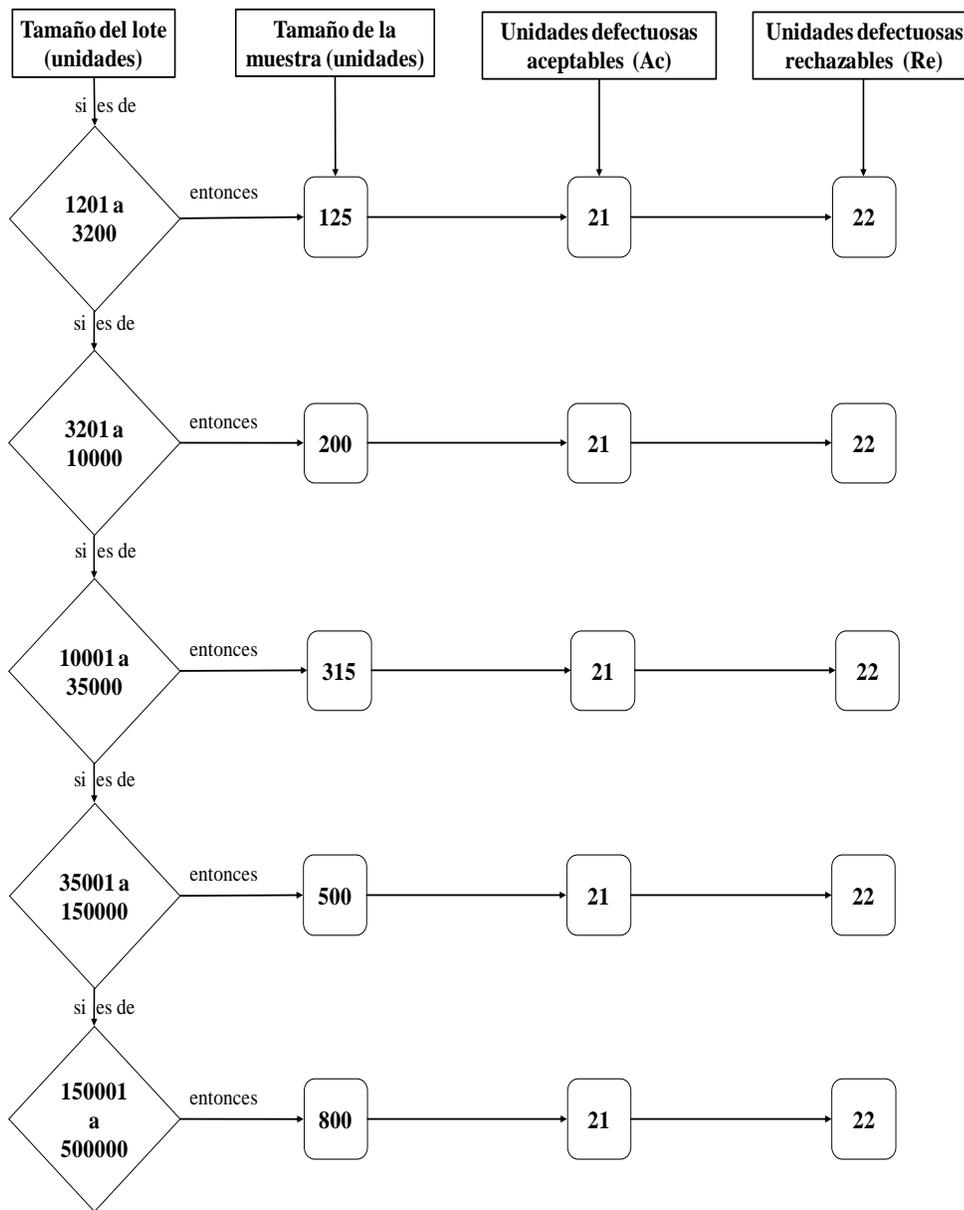


Figura 9. Algoritmo aplicado para programar el tamaño de la muestra, unidades defectuosas aceptables y unidades rechazables, para los sacos.

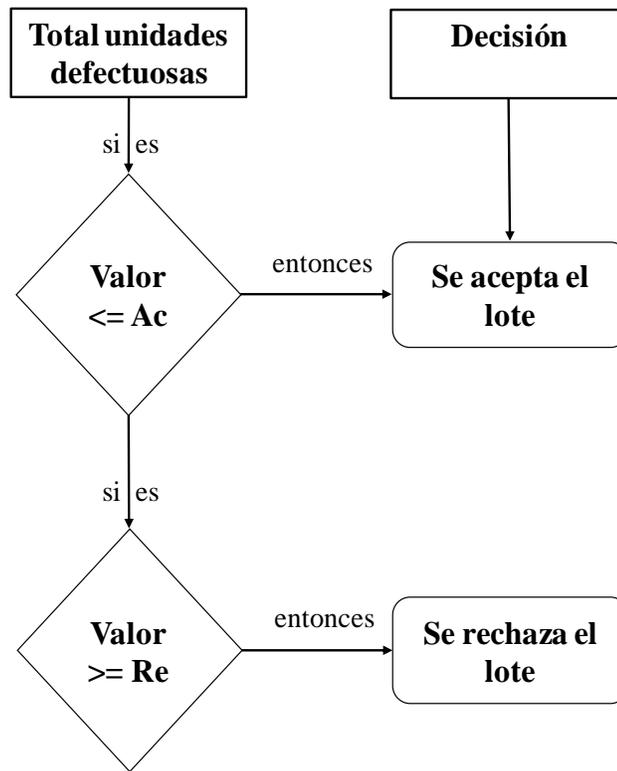


Figura 10. Algoritmo aplicado para programar la decisión final referente a los lotes, de bobinas y sacos.

Para utilizar esta herramienta, debe seguir los siguientes pasos:

- ✓ Al abrir el archivo titulado “Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque”, observará en la pantalla inicial (Figura 11), que dicho plan está compuesto por siete columnas que permitirán establecer la cantidad que debe ser muestreada, partiendo del tamaño del lote que se reciba.



Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque

Material de empaque	Tamaño del lote (unidades)	Tamaño de la muestra	Unidades defectuosas aceptables (Ac)	Unidades defectuosas rechazables (Re)	Total unidades defectuosas	Decisión
B O B I N A S		0	0	0		Se rechaza el lote
S A C O S		0	0	0		Se rechaza el lote

Figura 11. Pantalla inicial del “Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque”.

- ✓ La casilla correspondiente a **tamaño del lote**, se refiere a las unidades que se reciben. El analista debe introducir manualmente el valor en números cardinales del tamaño del lote que se esté recibiendo. Por ejemplo: si se recibió un lote de 22 bobinas, en la casilla "*Tamaño del lote*", el número 22, al presionar la tecla “Enter”, automáticamente el plan de muestreo le indicará cuantas unidades debe muestrear, unidades defectuosas aceptables y las unidades defectuosas rechazables (Figura 12).



Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque

Material de empaque	Tamaño del lote (unidades)	Tamaño de la muestra	Unidades defectuosas aceptables (Ac)	Unidades defectuosas rechazables (Re)	Total unidades defectuosas	Decisión
B O B I N A S	22	5	1	2		Se rechaza el lote
S A C O S		0	0	0		Se rechaza el lote

Figura 12. Pantalla del “Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque”, luego de introducir el valor correspondiente al tamaño de la muestra.

- ✓ La casilla correspondiente al **total de unidades defectuosas**, se refiere a aquellas unidades que luego de realizar los análisis correspondientes dan como resultado “no conforme”. Por ejemplo: si se recibe un lote de 22 bobinas, el plan de muestreo le indicará que debe muestrear 5 unidades. Posterior a los análisis correspondientes de estas 5 unidades, el analista debe contar cuantas unidades resultaron “no conforme”, y luego en la casilla “*Total unidades defectuosas*”, debe introducir manualmente el valor en números cardinales al total de unidades defectuosas. Si el resultado es que una sola unidad está defectuosa, al presionar la tecla “Enter”, el plan le indicará en la casilla correspondiente a la decisión: “Se acepta el lote”. En caso de que el valor sea mayor a las unidades rechazables, el plan le indicará en la casilla decisión: “Se rechaza el lote” (Figura 13).

Este procedimiento es aplicable para bobinas y sacos, y su utilización puede ser extensiva para todos los materiales de empaque que se reciben en CEPSA.



Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque

Material de empaque	Tamaño del lote (unidades)	Tamaño de la muestra	Unidades defectuosas aceptables (Ac)	Unidades defectuosas rechazables (Re)	Total unidades defectuosas	Decisión
B O B I N A S	22	5	1	2	1	Se acepta el lote
S A C O S		0	0	0		Se rechaza el lote

Figura 13. Pantalla del “Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque”, luego de introducir el valor correspondiente al total de unidades defectuosas.

Para verificar que dicho procedimiento funcione para el caso de los sacos, se hace un ejemplo hipotético. Colocando un tamaño del lote de 7500 unidades, el plan de

muestreo determina el tamaño de la muestra, las unidades defectuosas aceptables y las unidades defectuosas rechazables. Luego de los análisis correspondientes, se coloca el valor correspondiente al total de unidades defectuosas, en este caso se colocó 18 unidades defectuosas, y en la casilla correspondiente a la “Decisión” da como resultado: Se acepta el lote (Figura 14).



Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque

Material de empaque	Tamaño del lote (unidades)	Tamaño de la muestra	Unidades defectuosas aceptables (Ac)	Unidades defectuosas rechazables (Re)	Total unidades defectuosas	Decisión
B O B I N A S	22	5	1	2	1	Se acepta el lote
S A C O S	7500	200	21	22	18	Se acepta el lote

Figura 14. Pantalla del “Plan de muestreo para la recepción de materiales de empaque”, aplicando un ejemplo para la recepción de sacos.

CONCLUSIONES

Las características identificadas para realizar las inspecciones en la etapa de recepciones de los materiales de empaque, para las bobinas, son: condición física, color de impresión, ancho de la bobina, ancho y longitud de la macula, distancia entre fotocentrado, distancia entre la macula y la orilla del papel, y la apariencia (inspección visual del arte de impresión). Para los sacos, las características son: condición física, color de impresión, ancho y longitud de este, y la apariencia (inspección visual del arte de impresión). Los parámetros utilizados para los análisis correspondientes se encuentran establecidos en el sistema computarizado “BAAN Warehouse Management®”.

La forma en cómo se realizan las inspecciones no son apropiadas porque evidentemente ha acarreado mermas económicas significativas a la empresa. De acuerdo con la aplicación de la nueva forma de realización y muestreo de los materiales objeto de estudio se puede indicar que, para la etapa de recepción de los materiales de empaque, se deben realizar con la mayor prontitud y compromiso correspondiente, es decir que, en lo que se reciba la notificación de la llegada de estos materiales, es necesario la toma de muestras considerando los aspectos propuestos en esta investigación.

Se logró la automatización de una hoja de cálculo en el programa Microsoft Excel®, que establece el plan de muestreo para la recepción de los materiales de empaque. Dicha herramienta permitirá a los Analistas de Producto Terminado del Departamento de Aseguramiento de la Calidad, saber cuántas unidades deben muestrear, cuál será el número de defectos aceptables y rechazables partiendo del tamaño del lote.

RECOMENDACIONES

Capacitar constantemente al personal encargado de la toma de muestras para la recepción de los materiales de empaque.

Procurar que la toma de muestras se realice cuando se reciba la primera notificación por parte del Responsable del Almacén de Materiales, es decir, en lo que llegan los materiales de empaque a CEPSA. Además, que la toma de muestras sea extensiva para todos y cada uno de los materiales que se reciben en la organización.

Tomar en cuenta el plan de muestreo realizado en esta investigación para la recepción de los materiales de empaque. Considerando un nivel de calidad aceptable de 10 % para bobinas y sacos.

Adquirir un carro montacargas de pinzas de cangrejo, diseñado especialmente para el traslado de bobinas, de esta manera se minimizarían los desperdicios generados por manipulación.

Obtener un micrómetro para los análisis correspondientes en los materiales que requieran analizar el espesor.

Realizar análisis extras, tales como: gramaje, espesor, resistencia al impacto.

Promover la utilización de los formatos de control del tiempo perdido por paradas y control de los desperdicios, para todas las máquinas del Departamento de Envases.

Organizar el Almacén de Empaque utilizando el sistema FIFO, para procurar utilizar primero los materiales de empaque que tienen más tiempo de permanencia en este espacio físico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amelot, M.** (2013). VBA Excel 2013. Programación en Excel, Macros y lenguaje VBA. Ediciones ENI. Barcelona, España. 450p.
- Brenes, P.** (2015). Técnicas de almacén. Editorial Editex S.A., España. 264p.
- Calderón et al.** (2010). El control de la calidad como una herramienta para el incremento de la calidad en el departamento de impresión de Faria Process. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas. 94p.
- Calderón, G.** (2011). La importancia del empaque: ¿si no se ve atractivo no sirve y no lo compro! [en línea] URL: <https://gloriacalderon.wordpress.com/tag/la-importancia-del-empaque/> [Consulta: noviembre 2015].
- Carro, R y González, D.** (2012). Administración de las operaciones. Muestreo de aceptación. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. 15p.
- CEPSA** (2015). Manual de procedimientos e instrucciones de trabajo, Edición 00. Descripción del proceso de producción de azúcar refinado.
- Cervera, A** (2003). Envase y Embalaje (La venta silenciosa) Pág. 28 a 30, 35 a 37. [Libro en línea]. https://books.google.co.ve/books/about/Envase_y_embalaje.html [Consulta: Abril, 2016].
- Cochran, W.** (1971). Técnicas de muestreo. Compañía Editorial México. pp. 41 – 53.
- Comisión Venezolana de Normalización (COVENIN)** (2001): Norma Venezolana Covenin 2952-1:2001. Norma general para el rotulado de los alimentos envasados.
- Comisión Venezolana de Normalización COVENIN.** (2001): Norma Venezolana COVENIN 3133-1:2001. Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: esquemas de muestreo indexados por nivel de calidad de aceptación (NCA) para inspección lote por lote.
- Franco, J.** (2015). Fase proyectiva de la investigación y criterios metodológicos [en línea]. <http://es.slideshare.net/juancarlosfrancomontoya/fase-proyectiva-de-la-investigacin-y-criterios-metodologicos> [Consulta: febrero 2016].
- Gaceta Oficial N° 36.081 de la República de Venezuela.** (1996). Buenas Prácticas de Fabricación, Almacenamiento y Transporte de Alimentos para consumo humano Nro. 36.081.

- Gili, G.** (2003). El Mundo del envase: manual para el diseño y producción de envases y embalajes. Editorial Gustavo Gili, S.L. 300p.
- Gozaine, M.** (2013). Propuestas de mejora al proceso de actualización de fichas técnicas de materiales de empaque. Caso de estudio: Empresa de consumo masivo. Universidad Católica Andrés Bello. Facultad de Ingeniería. Escuela de Ingeniería Industrial. 108p.
- Hurtado, J.** (2000). Metodología de la investigación holística. Tercera edición. 666p.
- Icar, M.** (2012). Como elaborar y presentar un proyecto de investigación, una tesina y una tesis. Pág. 191 [Libro en línea] https://books.google.co.ve/books?id=G1uoLCfnhZoC&redir_esc=y [Consulta: Febrero, 2016].
- Jiménez, D.** (2012). Sistemas de Información Gerencial (SIG). [en línea] URL: danielasig.blogspot.com/2012/10/httpwww.html [Consulta: mayo 2016].
- Londoño, R.** (2015). Balances de masa y energía. Universidad Tecnológica de Pereira. 173 p.
- López, A.** (2012). Investigación cuasi-experimental. [en línea] <http://es.scribd.com/doc/95972181/Investigacion-Cuasi-Experimental#scribd> [Consulta: marzo 2016].
- Malhotra, N.** (2004). Investigación de Mercados. Un enfoque aplicado. Cuarta edición. Pág. 75. 301. [Libro en línea] <https://books.google.co.ve/books?isbn=9702604915> [Consulta: febrero, 2016].
- Montgomery, D.** (1991). Control estadístico de la calidad. Grupo Editorial Iberoamericano, SA. de CV. México, DF. 447p.
- Montgomery, D. y Runger, G.** (2009). Probabilidad y estadística aplicadas a la ingeniería. Editorial Limusa S. A. México, DF. 817p.
- Mustelier, E.** (2013) Muestreo para la aceptación o inspección por atributos. EcuRed [en línea]. http://www.ecured.cu/Muestreo_para_la_aceptación_o_inspección_por_atributos [Consulta: octubre 2015].
- NASS, Puerto Rico Agricultural Statistics Service.** (2002). Historia de productos: caña de azúcar [en línea]. USDA. URL: http://www.nass.usda.gov/pr/esp_sugar.htm. [Consulta: octubre 2015].
- Osorio, G.** (2007). Manual: Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura -BPM-en la Producción de Caña y Panela. [en línea] URL: <http://www.fao.org/co/manualpanela.pdf> [Consulta: noviembre 2015].
- Paredes, L.** (2014). Sistemas ERP y BAAN. [en línea] URL: <http://lph20.blogspot.com/> [Consulta: mayo 2016].

- Pérez, C.** (2010). Avances en el diseño óptimo de planes de muestreo en fiabilidad. Series Tesis Doctorales. Universidad de la Laguna. 238 p.
- Pérez, C.** (2012). Empaques y embalajes. Editorial Red Tercer Milenio S.C. Tlalnepantla, C.P. 54080, Estado de México. 106 p.
- Pilditch, J.** (1968). El vendedor silencioso: como realizar envases que venden. Volume 2 of Colección Selecciones de marketing. Oikos-Tau, S.A. Ediciones. 210p.
- QuimiNet.com** (2006). Definición de envase, empaque y embalaje [en línea]. URL: <http://www.quiminet.com/articulos/definicion-de-envase-ensado-empaque-y-embalaje-15316.htm> [Consulta: octubre 2015].
- Rojas, M.** (2012). Estandarización de controles de calidad del proceso de empackado en productos terminados de chocolate. Universidad Simón Bolívar. Decanato de Estudios Profesionales. Coordinación de Ingeniería Química. 189p.
- Sánchez, M.** (2003). Procesos de elaboración de alimentos y bebidas. AMV Ediciones. Mundi-Prensa. Madrid, España. 525p.
- Sánchez, T.** (2012). Caso de cultivos: la caña de azúcar en Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Edición Especial del Alcance al 2012. 246 – 256 p.
- Sosa, D.** (2012). Envases saludables para alimentos: el polipropileno [en línea]. URL: <http://www.rdiplastics.com/envases-plasticos/envases-saludables-para-alimentos-el-polipropileno/> [Consulta: octubre 2015].
- Subirós, F.** (1995). El cultivo de la caña de azúcar. Editorama S.A, San José Costa Rica. 441p.
- Thompson, I.** (2009). Promonegocios.net. El Empaque [en línea]. URL: <http://www.promonegocios.net/producto/empaques.html> [Consulta: octubre 2015].
- Velázquez, O.** (2010). Simulación y control del proceso de cristalización de azúcar de caña por lotes a vacío con un enfoque de diseño directo. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. 139 p.
- Vera, M.** (2014). Envase, Empaque y Embalaje [en línea]. URL: <https://prezi.com/rfnrwiukz42/envase-empaque-y-embalaje/> [Consulta: octubre 2015].

ANEXOS

[Anexo A]

Entrevista no estructurada, aplicada a los analistas de producto terminado del Departamento de Aseguramiento de la Calidad.

1. ¿Cuál es el procedimiento de recepción para los materiales de empaque?.
2. ¿Cuándo y cómo se realiza la toma de muestras para los materiales de empaque?.
3. ¿Qué características les analizan a los materiales de empaque?.
4. ¿Qué parámetros consideran para la aceptación de los materiales de empaque?.
5. ¿Cuál es el procedimiento cuando algún material de empaque no cumple con los parámetros de aceptación?.

[Anexo B]

Entrevista no estructurada, aplicada a los operadores logísticos del
Departamento de Almacén de Materiales.

1. ¿Cuáles son los materiales de empaque que reciben?.
2. ¿Con que frecuencia reciben materiales de empaque?.
3. ¿Reciben cantidades fijas de materiales de empaque?.
4. ¿Cuál es el procedimiento de recepción para los materiales de empaque?.
5. ¿Cada cuánto tiempo despachan estos materiales al Departamento de Envases?.
6. ¿Aplican algún sistema para el despacho? ¿FIFO? ¿LIFO?.

[Anexo C]

Entrevista no estructurada, aplicada a los operadores de envasadoras
del Departamento de Envases.

1. ¿Cuántas bobinas/paletas se consumen en un turno?.
2. ¿Cuáles son los defectos de los materiales de empaques que retrasan el proceso de envasado?.
3. ¿Cuál es el procedimiento cuando los materiales no están aptos para utilizarse en las máquinas?.
4. ¿Poseen algún formato donde registren las pérdidas del material de empaque?.
5. ¿Poseen algún formato donde registren las pérdidas de tiempo por defectos en el material de empaque?.

[Anexo E]

Presentaciones de los materiales de empaque recibidos en CEPESA.

M A R C A S	Presentaciones	Sacos Polipropileno 50 kg	Sacos Papel 50 kg	PEBD 5 kg	Papel 2 kg	Papel 1 kg	PEBD 1kg	Polypouch 4g	Endulzante Montalbán	
									1kg	Polypouch 2,5g
M O N T A L B A N	Primario	Saco	Saco	Bobina impresa de 52.5 cm 100 µ	Bobina impresa de 40,5 cm	Bobina impresa de 33 cm	Bobina impresa de 36 cm 70 µ	Bobina impresa de 92 cm	Bobina impresa de papel de 33 cm	Bobina impresa
	Secundario	Polystrech	Polystrech	Bobina PEBD sin impresión	Bobina impresa Kraft de 75 cm	Hesser® > Bobina impresa Kraft de 72 cm Sig® > Bobina PEBD	Bobina PEBD sin impresión	Bolsas de PEBD	Bobina PEBD sin impresión	Estuche (cartón blanco)
	Terciario	N/A	N/A	Bobina polystrech sin impresión	Bobina polystrech sin impresión	N/A	Polystrech	Polystrech	Polystrech	Caja marrón
	Cuaternario	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
M K O N F I T	Primario	Saco	N/A	N/A	N/A	N/A	Bobina impresa de 36 cm 70 µ	N/A	N/A	N/A
	Secundario	Polystrech	N/A	N/A	N/A	N/A	Bobina PEBD sin impresión	N/A	N/A	N/A

Fuente: CEPESA, 2015.

[Anexo F]

Tabla “Letra código del tamaño de muestra”.

Tamaño de lote	Nivel de inspección especial				Nivel de inspección general		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1 200	C	C	E	F	G	J	K
1 201 a 3 200	C	D	E	G	H	K	L
3 201 a 10 000	C	D	F	G	J	L	M
10 001 a 35 000	C	D	F	H	K	M	N
35 001 a 150 000	D	E	G	J	L	N	P
150 001 a 500 000	D	E	G	J	M	P	Q
500 001 y superior	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: Norma COVENIN 3133:2001.

[Anexo G]

Tabla “Planes de muestreo simple para inspección normal (Tabla Maestra)”.

Tamaño de muestra letra código	Nivel de calidad de aceptación, NCA, en porcentaje de items no conformes y no conformidades por 100 items (inspección normal)																											
	0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1 000		
	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
B	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
C	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
D	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
E	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
F	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
G	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
H	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
J	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
K	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
L	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
M	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
N	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
P	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Q	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
R	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

↓ = Utilizar el primer plan de muestreo bajo la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o excede el tamaño del lote, efectuar el 100% de la inspección.

↑ = Utilizar el primer plan de muestreo por encima de la flecha.

Ac = Número de aceptación

Re = Número de rechazo

Fuente: Norma COVENIN 3133:2001.