



Universidad de Carabobo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial



PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACION DE BEBIDAS
CARBONATADAS
CASO: AJEVEN. PLANTA VALENCIA. ESTADO CARABOBO.

Autor:
Lorena Moscoso

Valencia, Noviembre 2011



Universidad de Carabobo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial



PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACION DE BEBIDAS
CARBONATADAS
CASO: AJEVEN. PLANTA VALENCIA. ESTADO CARABOBO.

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo, para
optar al Título de Ingeniero Industrial

Línea de Investigación: Investigación de Operaciones

Tutor: Prof. Agustín Mejías Acosta

Autor: Lorena Moscoso.

Valencia, Noviembre 2011



Universidad de Carabobo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado “PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACION DE BEBIDAS CARBONATADAS. CASO: AJEVEN. PLANTA VALENCIA. ESTADO CARABOBO.”, el cual está adscrito a la Línea de Investigación del Departamento de Operaciones, presentado por el Bachiller LORENA MOSCOSO, C.I.V- 16. 207. 731, a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado, por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día 23, a las 9:30 a.m, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que éste hizo, en el Salón de Reuniones, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido por el Reglamento de Estudios de Pregrado. En fe de lo cual se levanta la presente acta, a 23 días, del mes de noviembre y año 2011, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Tutor, Prof. Agustín Mejías Acosta

Firma del Jurado Examinador

Prof. Agustín Mejías Acosta

Presidente del Jurado

Profa. Ruth Illada

Prof. Javier Herrera

Miembro del Jurado

Miembro del Jurado



Universidad de Carabobo
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial



**PROPUESTA DE MEJORA EN EL PROCESO DE FABRICACION DE BEBIDAS
CARBONATADAS.
CASO: AJEVEN. PLANTA VALENCIA. ESTADO CARABOBO.**

Tutor: Prof. Agustín Mejías.

Autor: Lorena Moscoso

RESUMEN

El presente trabajo se llevo a cabo en la empresa AJEVEN C.A., dedicada a la fabricación de bebidas, la investigación tienen como objetivo principal proponer mejoras en el proceso de llenado. Para el desarrollo de dicho propuesta fue necesario un análisis del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas donde se determino que las variables de mayor importancia son la temperatura de llenado y el volumen de CO_2 , para el control de dichas variables es necesario evaluar y establecer métodos y criterios utilizados por la empresa, proponiendo la implementación de la metodología 5'BAS para garantizar un sitio de trabajo limpio y ordenado que permita la elaboración de un producto inocuo. Por otra parte, en reunión con los expertos integrantes del departamento de Aseguramiento de la Calidad se formularon estrategias de mejora tales como, control estadístico de las variables del proceso, crear mesas de trabajo que evalúen los problemas hasta encontrar su causa raíz. Por último al establecer un control estadístico del proceso de llenado, este fue posible para una sola variable, volumen de CO_2 disuelto en la bebida, sin embargo los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, ya que a pesar que el sistema se encuentra bajo control estadístico los resultados de índices de capacidad arrojan que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones del producto, por tanto es necesario la verificación y reparación de los sistemas que componen el proceso de llenado como son enfriamiento y carbonatación, una vez detectadas y reparadas las fallas comprobar posteriormente su capacidad.

Palabras Claves: carbonatación, producto inocuo, índice de capacidad.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de Carabobo por permitirme optar por el título de Ingeniero Industrial

A las secretarias de la escuela de Ingeniería Industrial quienes me apoyaron con toda la información necesaria durante todo el desarrollo de la carrera, en especial Alba y Adriana gracias por todos los años de paciencia y dedicación.

A la organización AJE y al departamento de Aseguramiento de la Calidad por permitir el desarrollo del trabajo de grado.

A mis compañeros de trabajo que me apoyaron en el desarrollo de la investigación.

GRACIAS A TODOS por el apoyo prestado tanto en la empresa como en la Universidad se les aprecia.

DEDICATORIA

En primer lugar a Dios por ser mi guía y permitir que alcanzara la meta.

A mis padres Ernesto Moscoso y Luz Cardozo de Moscoso por ser los mejores padres del mundo y apoyarme en todo lo que hago. LOS AMO PAPIS.

A MI FAMILIA, mis hermanos Luis, Ernesto y Roberto, mis cuñadas y sobrinos Robert, Andrea, Nikol, Nicolas y Diego TODOS aportaron algo en el logro de esta meta. Los Quiero Muchísimo.

A mis COMPAÑEROS y AMIGOS que siempre estuvieron apoyándome en los mejores y peores momentos

Gracias a todos por ayudarme a crecer y a formarme tanto en lo profesional como en lo personal. Los Quiero Mucho.

ÍNDICE GENERAL

Contenido	Pág.
Resumen	iv
Agradecimiento	v
Dedicatoria	vi
Introducción	01
 CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	
1.1 Planteamiento del problema	03
1.2 Objetivos de la investigación	10
1.3 Justificación de la investigación	10
 CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de la investigación	12
2.2 Bases teóricas	14
2.3 Reseña Histórica	29
2.4 Bases legales	32
2.5 Definición términos básicos	33
 CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	
3.1 Tipo de investigación	34
3.2 Ocho pasos en la solución del problema	35
 CAPÍTULO IV. LOS RESULTADOS	
4.1. Análisis e interpretación de los resultados	38
4.2 Desarrollo de las fases de la investigación	42
4.3 Conclusiones y recomendaciones	76
 Referencias Bibliográficas	79

INDICE DE FIGURAS

Contenido	Pág.
1.- Diagrama de procesos de producción de bebidas carbonatas	04
2.- Gráfico de defectos en bebidas carbonatadas	06
3.- Conexión de agua helada desde el flomix	08
4.- Diagrama de principio de carbonatación	16
5.- Probador de carbonatación	24
6.- Hidrómetro	25
7.- Microprocesador de oxígeno disuelto	25
8.- Torquímetro	26
9.- Ejemplo gráfico de control	27
10.- Ejemplo de Ishikawa	28
11.- Organigrama AJEVEN	32
12.- Presencia de sedimento	43
13.- Trolva de azúcar de la sala de jarabe.	45
14.- Tanque de jarabe simple	45
15.- Sala de preparación	46
16.- Área de soplado de envases plásticos	47
17.- Dispositivo de lavado	48
18.- Rinser	49
19.- Proceso de llenado	49
20.- Diagrama de tubería del proceso de llenado	50
21.- Diagrama del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas	51
22.- Diagrama Causa – Efecto de la sedimentación de bebidas carbonatadas	52
23.- Botellas mal capsuladas	56
24.- Antiguo medidor de volumen de CO ₂	57

Contenido	Pág.
25.- Anton Para	58
26.- Carbo QC	58
27.- Materiales antes y después de la aplicación de las 5 BAS	65
28.- Materiales de embalaje ordenados y a la mano	65
29.- Orden y limpieza	66
30.- Evaluación 5 BAS. Planta de producción	69
31.- Control volumen de CO ₂	73

INDICE DE TABLAS

Contenido	Pág.
1.- Normas COVENIN	33
2.- Matriz de datos	38
3.- Medición de variables de volumen de CO ₂ y temperatura en muestras con sedimento	59
4.- Aplicación de los 5 principios Japoneses	60
5.- Estadísticos descriptivos	71
6.- Prueba de Kolmogorov-Smirnov	72
7.- Descripción de índices de capacidad	74
8.- Estadísticos del proceso	75
9.- Plan de acción presentado por el personal de mantenimiento	76

INTRODUCCIÓN

En la Industria de bebidas carbonatadas es muy importante la calidad por la demanda actual de sus productos se describe el proceso de elaboración de bebidas gasificadas para que las personas interesadas como técnicos controlistas, estudiantes e ingenieros y público en general tengan una idea concreta del grado de adelanto en que se encuentra una planta embotelladora, haciendo posible la transferencia de tecnología orientado hacia el desarrollo industrial, económico y social. Como se sabe la calidad del producto requiere un amplio conocimiento y aplicación estricta de los principios básicos de la elaboración de bebidas carbonatadas.

Las características organolépticas básicas: el sabor, olor y la apariencia son las características mediante las cuales los consumidores evalúan la calidad de las bebidas, en el informe completo podrá usted conocer más afondo como se realiza en la planta de producción y los laboratorios de control de calidad. Es por eso que es de vital importancia la participación del control de la calidad en el proceso productivo del producto, debido a diversos aspectos tales, como calidad del producto final, aplicación y cumplimientos de las Nomas COVENIN para la fabricación de bebidas carbonatas así como la correcta implementación de los sistemas de mejoramiento continuo que adopta la empresa.

En tal sentido el objetivo del presente trabajo es “Proponer mejoras en el proceso de fabricación de bebidas carbonatadas sabor cola negra producida por la empresa AJEVEN”, con el fin de establecer mejoras en el proceso de producción de las bebidas carbonatadas elaboradas por la empresa, en consideración del control estadístico de las variables que intervienen en el proceso de fabricación. Para ello se desarrollan a continuación una serie de capítulos que contienen aspectos fundamentales para el curso de la investigación los cuales se desglosan a continuación: en el capítulo I se describe el planteamiento del problema así como los objetivos del trabajo y la justificación de proyecto.

En el capítulo II, se destacan diversos aspectos en el marco teórico, tales como los antecedentes, bases teóricas, bases legales, reseña histórica de la empresa AJEVEN, y una lista de términos relacionados con el trabajo. Así mismo en el capítulo III se describe el marco metodológico en el cual se definen el tipo y diseño de la investigación, tanto como la forma en la que desarrollaran las fases del proyecto. Una vez orientados hacia la continuidad de la segunda parte de la investigación se describen una serie de resultados que se analizan y se interpretan en el capítulo IV, información fundamental para dar coherencia al desarrollo de las fases del proceso con bases en los objetivos específicos del trabajo de investigación. Cerrando dicho trabajo con las conclusiones y recomendaciones por parte de la investigadora.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Desde principios de siglo, las compañías fabricantes de bebidas carbonatadas han evolucionado desde empresas regionales que producían principalmente para los mercados locales hasta las grandes empresas de hoy, que elaboran productos para mercados internacionales. Éste cambio se da, gracias a la producción en masa de las compañías; permitiendo así la expansión de las mismas; además, durante este tiempo, se hallaron envases que incrementaban el periodo de vida del producto.

En Venezuela durante muchos años el mercado de bebidas carbonatadas ha estado liderizado por las marcas Coca- Cola y Pepsi – Cola, en el año 1999 llega la firma AJEGROUP iniciando sus operaciones en Valencia (Edo. Carabobo), bajo el nombre de AJEVEN, ofreciendo al mercado su bebida carbonatada K R, en mayor cantidad y a un menor precio; posteriormente deciden cambiar el nombre por Big – Cola.

El proceso de elaboración de bebidas carbonatadas está constituido por varias etapas, comienza en el almacén de insumos donde llega toda la materia prima necesaria para su fabricación; seguidamente se encuentra el área de preparación, la cual está dividida en: sala de azúcar y sala de jarabe. En la sala de azúcar se suministra dicho ingrediente usando unas tolvas, para luego ser enviado mediante tuberías a los mezcladores ubicados en la sala de jarabe, donde se obtiene un jarabe simple que luego será utilizado como base en conjunto con otros componentes para obtener los distintos sabores de las bebidas gaseosas.

Por otra parte, se tiene el área de soplado, la cual se encarga de darle volumen a la preforma PET mediante hornos y la inyección de aire a altas presiones, de acuerdo con la presentación del producto requerido; una vez obtenida las especificaciones adecuadas correspondiente al volumen del envase, éste es llevado a la siguiente área que corresponde al etiquetado, la cual implica identificar cada uno de los envases de acuerdo con el sabor. Posteriormente, se tiene el área de llenado, en esa etapa se procede a suministrar el producto a consumir al envase para luego ser sellado con sus respectivas tapas y codificarlo de acuerdo con las especificaciones correspondientes. Por último, se tiene el área de empaque donde corresponde ubicar y clasificar las bebidas en paletas para luego ser transportadas y distribuidas por todo el territorio nacional.

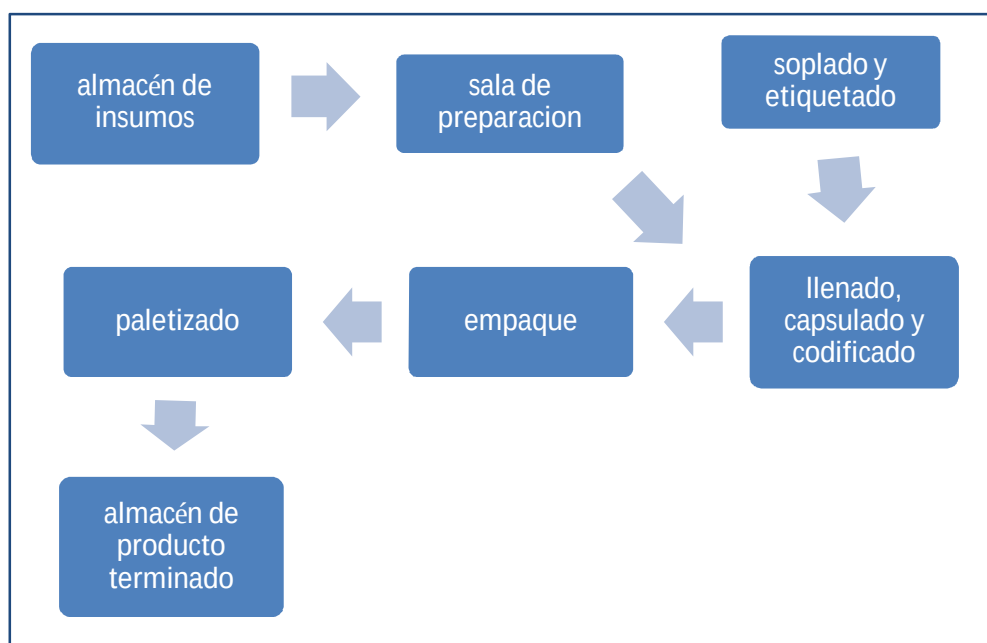


Figura 1. Diagrama del proceso de producción de bebidas carbonatadas

En la actualidad toda organización que quiere permanecer en el mercado en forma competitiva debe realizar estudios y aplicaciones para aumentar su productividad y ofrecer productos de calidad. AJEVEN, alineándose con estas tendencias, cuenta con un departamento de Aseguramiento de Calidad que es el encargado de garantizar la calidad de los productos terminados, asegurando que al

consumidor lleguen productos de óptima calidad. Este Departamento está formado por diferentes áreas con profesionales encargados de monitorear los procesos con la finalidad de asegurar el cumplimiento de los procedimientos establecidos, a fin de elaborar productos inocuos. Dichas áreas son:

- Laboratório de Matéria prima e insumos
- Laboratório de soplado
- Laboratorio de Llenado
- Laboratorio de Microbiología.

Este departamento también cuenta con un auditor de asistencia técnica, que es la persona encargada de solucionar los problemas que se pueden presentar en cada uno de los centros de distribución (CEDI) que dispone la empresa. Entre sus funciones está atender y verificar los reclamos de los clientes sobre las condiciones en las que son recibidos los productos y así determinar posibles fallas; además realizar auditorías de calidad tanto a sucursales como a distribuidores mayoristas a fin de verificar el cumplimiento de las normas para el almacenamiento y distribución establecidas por la empresa. El auditor de asistencia técnica, realiza sus evaluaciones basándose en 4 defectos: sedimentación, falta de hermeticidad, bajo nivel de Dióxido de Carbono (CO₂) y explosiones, los cuales son reconocidos por la empresa como desperdicio.

1.1.1 Situación actual

En el año 2010 entre los meses junio - agosto, en las evaluaciones realizadas por el auditor de calidad a los centros de distribución (CEDIS) a nivel nacional, se encontró que aproximadamente el 80 % de las bebidas carbonatadas producidas por la línea 1, presentaban sedimentación, eran sabor cola negra de formato 1800 ml (Fig 3), lo cual es de gran preocupación para la empresa, ya que pone en riesgo la reputación de la calidad de su producto; y los lleva a buscar las causas principales de esta condición en la bebida carbonata.

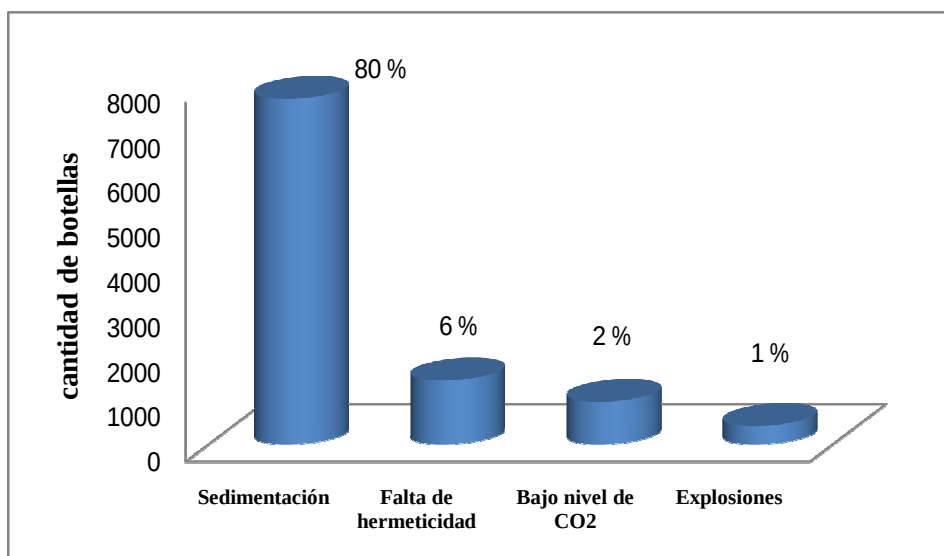


Figura 2. Grafico de defectos en bebidas carbonatadas (meses junio-agosto 2010)

Dicho problema puede tener múltiples causas, empezando desde la materia prima que se utiliza para su elaboración, la empresa le atribuye el problema al azúcar utilizada, ya que cuentan con 4 proveedores y este es uno de los productos que pueden tener mayor impurezas, por lo que realizan diversos análisis de granulometría y microbiología, llegando a resultados favorables para sus proveedores, la empresa proveedora de los demás ingredientes del producto también se compromete con AJEVEN para buscar la causa del sedimento de igual forma garantizando la calidad de sus productos sin encontrar alguna alteración en los ingredientes analizados.

Posteriormente se realizan pruebas de CO₂ a muestras que se encuentran en el laboratorio, tomadas de los lotes que presentaron sedimentación, cabe destacar que no todo el lote se encuentra sedimentado; el problema lo presentaban algunas botellas, las cuales evidenciaban muy bajo contenido de CO₂, lo que acelera su descomposición, presentando mal olor y mal sabor, ya que el CO₂ es uno de los preservantes de la bebida.

Luego de obtener los resultados satisfactorios de las materias primas, y verificando que la característica común en los productos que presentaban sedimento era el bajo nivel de CO₂, se decide realizar experimentos con las bebidas que estaban

siendo producidas por las líneas # 3 y # 4 de sabor cola negra formato 3000 ml (para ese momento el problema solo se había presentado en formato de 1800 ml), para comprobar si el problema estaba ligado directamente a la pérdida de CO₂ y a su vez descartar que solo se presentaba en formato 1800 ml.

El experimento se basó en tomar varias muestras, en días diferentes, algunas fueron des-gasificadas, otras se dejaron mal capsuladas a propósito y otras se tomaron directamente de las líneas con mal capsulado. Todas se dejaron en observación, aproximadamente a los 7 días, comenzaron a presentar sedimentación. Estos resultados llevan al enfoque directo en el control de las principales variables del proceso responsables de la cantidad de CO₂ disuelto en la bebida. Para el estudio de las causas que influyen directamente en la carbonatación y ésta a su vez en la formación de sedimento, se realiza un diagrama causa – efecto.

Para lograr una buena carbonatación, se requiere de una presión y una temperatura determinada. La cantidad de gas que se disuelve en el líquido se mide en volúmenes. A presión atmosférica y una temperatura de 60 °F un volumen de agua absorberá un volumen igual adicional de CO₂; si se reduce la temperatura a 32 °F la capacidad de absorción de CO₂ aumenta (por propiedades del gas) se incrementa 0,7 volúmenes; por consiguiente cada 15 psi adicionales sobre la misma temperatura, el agua absorberá 1,7 volúmenes de CO₂.

El carbonatador es un tanque cerrado, que es llenado con CO₂ a una presión determinada, esta debe tener variaciones menores a ± 1 psi. Durante el periodo de evaluación del proceso se ha podido comprobar que las variaciones de las presiones en la línea de alimentación de CO₂ de la línea # 4, son de hasta 20 psi. Por lo que es recomendable, revisar el sistema para controlar la variación. En cuanto a la temperatura los valores observados en la evaluación son elevados (entre 6 -7 °C), por lo que se realizaron modificaciones en las líneas, se conectó mediante tubería de acero inoxidable el sistema de alimentación de agua helada de la línea de llenado # 2, a las líneas # 4, # 8, buscando con esto obtener una temperatura de mezcla agua-jarabe más baja, también fueron instalados tres electroválvulas y tres sistemas de

control de nivel, para controlar la entrada de agua en el tanque y el encendido de la bomba. (fig.3).

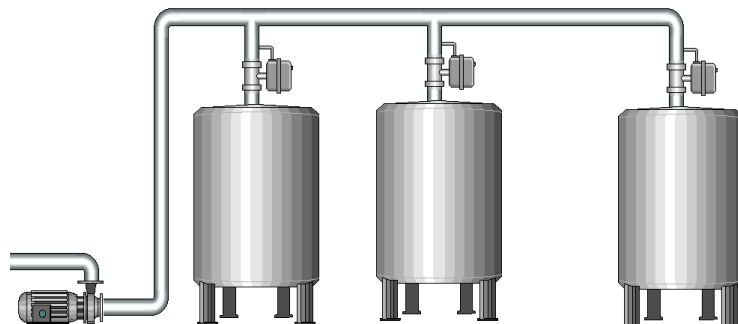


Figura 3. Conexión de agua helada desde el flomix de línea # 2 a las líneas # 4 y #8

El volumen final de la mezcla con el gas con el líquido también depende de la pureza del gas, el cual en la empresa es de 9,99 %. El oxígeno es uno de los enemigos más grandes para lograr la dilución del CO_2 , ya que el aire es 1/50 menos soluble que el CO_2 en el agua; lo que hace que no se disuelva tan fácilmente como el CO_2 y tiene la tendencia de escaparse, causando la pérdida de carbonatación y el espumeo. Actualmente en la empresa se está realizando el control de oxígeno disuelto en el agua durante todo su recorrido desde el pozo (de donde es extraída) hasta llegar al producto terminado, revisando con detalle las conexiones y puntos donde se pueden producir fugas, para evitar así la incorporación de oxígeno, se propone realizar mediciones de oxígeno en jarabe terminado, ya que, en la preparación de este, se puede originar la presencia de aire por una inadecuada agitación o por falta de reposo.

El lavado de las botellas juega un papel importante en la carbonatación, ya que, evita la presencia de materiales extraños y de microorganismos en el interior de la botella y equilibra la temperatura entre el líquido y la botella, puesto que el diferencial de temperaturas debe ser menor a 10°F , para evitar la decarbonatación. En la empresa no siempre se realiza un buen lavado de las botellas, debido a que los dispositivo encargado del lavado de la botella (Rinser) de la llenadora (línea # 4) no se encontraban en óptimas condiciones, con respecto a esta situación se realizaron

los requerimientos pertinentes al Departamento de Mantenimiento, para la reparación y revisión de los dispositivos lava botellas (Rinser) en todas las líneas.

Entre los factores que afectan la carbonatación se encuentran las condiciones inadecuadas en el llenado, una calibración inadecuada entre las válvulas de venteo y contrapresión de la llenadora ocasionan desequilibrio entre las presiones del carbo y la llenadora. Variaciones significativas en la altura de llenado afectan la toma de datos de la carbonatación sobre la botella. Las líneas presentan variaciones en las alturas de llenados, lo cual se ha ido controlando con el tiempo.

El estudio será enfocado en la línea # 4, ya que es una de las mayores productoras de Big – Cola con una capacidad máxima de producción de 100 botellas/ minuto, y el control de las variables del proceso garantizará a la empresa el despacho de un producto acorde con las exigencias y de este modo disminuir significativamente los costos en los que se incurre por desperdicio de producto.

1.1.2 Situación deseada

Las propuestas realizadas a la empresa para evitar la formación de sedimento serian llevar un control estadístico de todas las variables involucradas en la elaboración de la bebidas, ya que así se podrá conocer el comportamiento de las mismas y tomar acciones correctivas para llevarlas dentro de parámetros si se encontrasen fuera de ellos. También es necesario un control de las condiciones ambientales y físicas de las distintas áreas o almacenes a los que exponen, tanto el producto terminado como sus insumos y materias primas, evitando así su contaminación y a la vez la formación de sedimento por microorganismos. Otra alternativa es, acortar el tiempo de vida de las bebidas de 4 meses a 2 o 3 meses, debido a observaciones de productos extraídos de las líneas que han sido inspeccionados durante todo su periodo de vida.

En la actualidad la empresa está estudiando la posibilidad de retomar el departamento de mejora continua, quien velaría por el cumplimiento de las normas y la implementación de 5 BAS que es una metodología adoptada por AJEGROUP, esta

herramienta es la combinación de 5'S, Buenas Prácticas de Fabricación (BPF), Ambiente y Seguridad. La implementación de dicha metodología en todos los departamentos de la empresa, garantizarían la vida útil, inocuidad del producto, y el bienestar de todo el personal.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 General:

Proponer mejoras en el proceso de fabricación de bebidas carbonatadas sabor cola negra producida por la empresa AJEVEN.

1.2.2 Específicos

- Analizar el proceso de elaboración de las bebidas carbonatadas.
- Establecer criterios y métodos que se deben tomar en cuenta en la elaboración de bebidas carbonatadas.
- Identificar oportunidades de mejora, utilizando los recursos con los que cuenta la empresa.
- Establecer un control estadístico del proceso de llenado de las bebidas carbonatadas.

1.3 Justificación de la investigación

En toda empresa, durante el proceso de elaboración del producto es indispensable garantizar tanto la calidad como la inocuidad para los consumidores, por ello es importante contar con un sistema que asegure el cumplimiento de las normas correspondientes. La importancia de la calidad radica en que afecta los resultados de la empresa, potencia sus ventajas competitivas, repercute en toda la organización y en la sociedad, tiene gran alcance en el tiempo. La empresa AJEVEN cuenta con un departamento de aseguramiento de la calidad, éste se enfoca en un sistema de gestión que incorpora la formulación de políticas, objetivos y las

responsabilidades de calidad. Asimila el control, el aseguramiento, el mejoramiento del sistema, mediante la participación del personal y su trabajo en equipo, el aprendizaje y mejoramiento continuo y el enfoque al cliente.

Por esta razón ante el problema de sedimentación de la bebida carbonatada, el departamento decide buscar soluciones mediante un Ingeniero Industrial, ya que estos, están formados sobre los principios y métodos del análisis; se ocupan del desarrollo, mejora, implantación y evaluación de sistemas, conocimientos, información, equipamiento, materiales y procesos. También tratan con el diseño de nuevos prototipos para disminuir costos y hacer la actividad o el proceso más eficiente y eficaz.

Adicionalmente el Ingeniero Industrial se enfoca en eliminar desperdicios, lo que es de suma importancia para la empresa, ya que de esta manera se disminuyen los costos por desperdicio. La confianza del cliente derivada de la calidad, para que internamente la gerencia y los integrantes de la organización, desempeñen su trabajo con tranquilidad, es necesario seguir una Gestión por Procesos de manera tal que se tiene una actitud preventiva frente a los problemas y se garantice la conformidad de los productos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Hernández, Fernández y Baptista (1991), hablan de la importancia del Marco Teórico y lo necesario que es para cualquier investigación, ya sea que trate de un estudio cuantitativo o cualitativo. El punto de vista de los autores es que siempre es importante el pasado para continuar con el presente y mirar hacia el futuro. Es decir, resulta conveniente localizar, obtener y consultar estudios antecedentes, libros, revistas científicas, ensayos, tesis, foros, páginas de Internet, material audiovisual, testimonios de expertos y toda aquella fuente que se relacione con el problema o tema de investigación.

2.1 Antecedentes de la investigación

A continuación se presentan los trabajos consultados, los cuales sirvieron de base para la presente investigación, bien sea aportando nuevas ideas para el enfoque del problema, como ayudando a la comprensión de los procesos y controles llevados a cabo en la empresa AJEVEN.

Nava (2007) estableció los requisitos básicos que deben cumplirse en la empresa alimentaria AJEMEX, y que sirva como guía para mejorar las condiciones del proceso de elaboración de alimentos, incluyendo los aspectos del personal, instalaciones, procesos y distribución. El alcance del mismo es que sea aplicable como referencia primordial para el diseño e implementación de los procedimientos operativos y los principios de auditoría de proceso que el personal ejecuta para garantizar la fabricación de productos inocuos, a fin de cumplir con la política de calidad y el sistema de trabajo en la empresa AJEMEX.

Entre las conclusiones más relevantes del ya mencionado trabajo, se tiene que este representa un elemento primordial para el aseguramiento de la calidad de los alimentos y todos los materiales utilizados en su preparación esto incluye de manera directa a todo lo relacionado con materia prima, equipos, instalaciones, servicios a plantas, mantenimiento, proceso y personal, de nuestra prestigiosa empresa AJEMEX. También se tiene que el mismo constituye un prerrequisito junto con los programas de higiene de toda la planta para la implementación del análisis de riesgos y puntos críticos de control (HACCP); también son un punto de partida para toda norma de gestión en la elaboración de alimentos en la empresa AJEMEX.

La semejanza que posee la investigación implantada en la empresa AJEMEX y la investigación en desarrollo en la empresa AJEVEN es que los proyectos apuntan hacia la garantía de la calidad del producto, llevando a cabo la implementación y ejecución de las Buenas Prácticas de Fabricación, agrupando todos los procedimientos y requisitos necesarios que se deben tomar en cuenta para la implantación del mismo.

Miguel (2005) El problema de dicho trabajo es el incremento de merma, por fallas en el volumen de carbonatación, nivel de llenado y explosión de botellas (en ese momento no estaban establecidos los criterios de fallas como en la actualidad). Su objetivo principal era definir un control de procesos efectivo que garantice la calidad del producto. Por medio de este trabajo fue posible conocer las condiciones previas con las que funcionaba el proceso de producción, y de esta forma establecer y controlar las variables para garantizar un producto de calidad.

García (2009). El objetivo principal de esta investigación, es diseñar propuestas de mejora de los métodos de trabajo en el armado de las cargas, para garantizar la calidad, cantidad y entrega a tiempo de los pedidos de las rutas comerciales, reduciendo en un 50% las quejas de los clientes. El aporte de dicho antecedente, es que al igual que la presente investigación se trabaja con bebidas carbonatas y en busca de mejoras en las distintas etapas del proceso, disminuyendo desperdicios y garantizando la satisfacción de los clientes.

2.2 Bases Teóricas

Bebidas carbonatadas

Las bebidas carbonatadas son bebidas saborizadas, efervescentes y sin alcohol. Su proceso de elaboración implica el tratamiento del agua, la adición de saborizantes y aditivos a dicha agua tratada (mezcla conocida como: “jarabe”), el adicionado de gas carbónico o carbonatación, el envasado y el empaquetado. (Fuente: Crown Parts, 1985)

Ingredientes básicos

Las bebidas carbonatadas como se mencionó anteriormente están compuestas principalmente por: Agua tratada, saborizantes y aditivos, dióxido de carbono (CO₂). (Fuente: Crown Parts, 1985)

Agua tratada. El agua empleada en la preparación de las bebidas carbonatadas es agua tratada, es decir, que es agua sometida a una serie de procesos físicos y químicos, que son utilizados para eliminar todas las impurezas, partículas y microorganismos, olores, sabores y colores que ésta contenga.

Saborizantes y aditivos. Son los componentes que se utilizan para darle a las bebidas carbonatadas el sabor, el color y la preservación que necesite de acuerdo a su presentación. Los principales son:

- ✓ *Azúcar refinada:* es utilizada como endulzante principal, para la mayoría de bebidas carbonatadas. En el caso de las bebidas dietéticas, se utilizan edulcorantes (productos industriales dietéticos), que son aprobados por los organismos reguladores.
- ✓ *Aspartame:* es un polvo blanco e inodoro, unas 200 veces más dulce que el azúcar, que se obtiene mediante la combinación de fenilalanina y de ácido aspártico.
- ✓ *Benzoato de sodio:* es empleado para preservar las bebidas carbonatadas y mantenerlas libres de mohos y contaminantes.
- ✓ *Ácido cítrico:* es un saborizante y regulador del pH, así mismo incrementa la efectividad de los conservantes antimicrobianos

✓ *Ácido ascórbico*: es lo que comúnmente se le conoce como vitamina “C”. Se usa en la industria de bebidas y alimentaria como suplemento en zumos de fruta tanto por su sabor como por sus cualidades conservantes.

✓ *Acesulfame*: es otro edulcorante

✓ *Concentrado*: es el nombre con el que se denomina a la mezcla de colorantes y saborizantes artificiales y naturales, que se utilizan para dar a la bebida el color, sabor y preservación, que según la presentación sean necesarios.

Dióxido de carbono (CO₂)

El dióxido de carbono es un compuesto químico formado por la combinación de 1 átomo de carbón con 2 átomos de oxígeno; existe en la naturaleza en cualquiera de los tres estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso), según las condiciones de la temperatura y presión. Es un gas pesado, incoloro, inodoro y relativamente inactivo. No es corrosivo, forma parte de la atmósfera y es esencial para la vida de las plantas. No es dañino a la vida animal, a menos que éste desaloje el oxígeno. En forma de gas, es más pesado que el aire, lo que ocasiona que se asiente en el piso. Al entrar en contacto con la mezcla de jarabe y agua, produce la carbonatación de la bebida y le da ese sabor “picante” o gaseoso.

Principios de la carbonatación

La carbonatación es el proceso mediante el cual el agua absorbe determinada cantidad de gas de CO₂ (dióxido de carbono) al estar en contacto y éste se mide en volúmenes. A presión atmosférica y a una temperatura de 60 °F un volumen dado de agua absorberá un volumen igual de CO₂ y por cada 15 PSI adicionales el agua absorberá un volumen adicional de CO₂. De lo anterior se infiere que el grado de carbonatación está influido por dos condiciones: la temperatura a la cual se encuentre el agua y la presión a la cual se encuentre el CO₂; a menor temperatura que se encuentre el agua, mayor será su absorción y retención de dióxido de carbono, así mismo, un aumento de presión en el gas a una temperatura dada significará un aumento en el grado de absorción y retención.

También es importante destacar que la velocidad de absorción depende del grado de contacto entre el agua y el dióxido de carbono, por ejemplo: si la mitad inferior de un recipiente fuera llenado con agua, y la mitad superior con dióxido de carbono, existiría únicamente contacto en la parte intermedia del recipiente, lo cual haría que el agua absorbiera el dióxido de carbono muy despacio, y serían necesarios varios días para lograr la saturación. Sin embargo, si el recipiente fuera agitado, el agua absorbería el gas rápidamente. Para obtener una carbonatación rápida y completa, deben exponerse al dióxido de carbono grandes cantidades de agua.

Existe una relación directa entre el grado de carbonatación y el sabor de la bebida terminada. A una bebida que le falta CO_2 , le falta también parte de su sabor y comúnmente se le describe como “floja”. Por el contrario, cuando una solución ha absorbido todo el CO_2 que puede retener a una determinada presión y temperatura, se dice que está “saturada”. Finalmente, si después se reduce la presión o se aumenta la temperatura, entonces la solución contendrá más gas del que puede retener, y entonces se le llama, “sobresaturada” En este caso, parte del gas se desprenderá de la solución, hasta que llegue nuevamente a su punto de saturación. (Crown Parts, 1985)

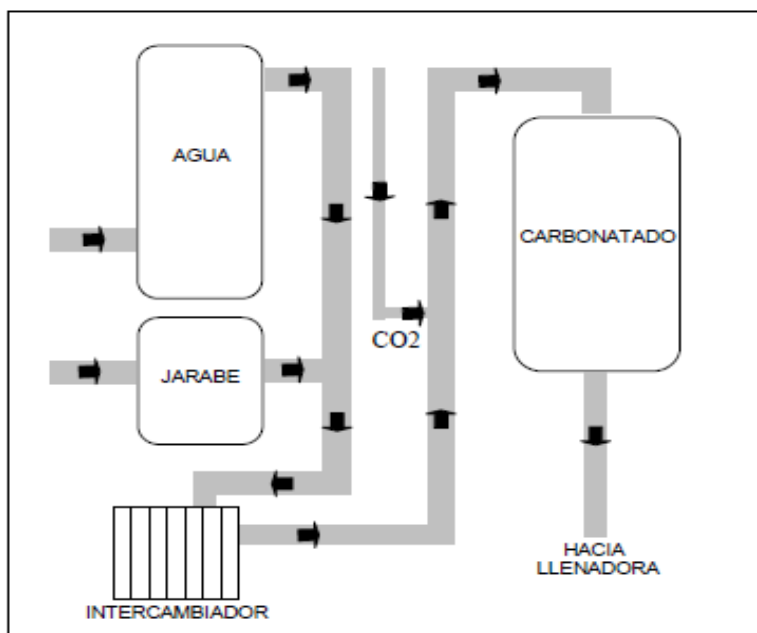


Figura 4. Diagrama de principio de carbonatación

Aseguramiento de la calidad para una industria de alimentos

Aseguramiento de calidad es el término que se emplea para describir el control, evaluación y auditoria de un sistema de procesamiento de alimentos. Su función primaria es proporcionar confianza al cliente final. El consumidor es la primera persona que una empresa debe satisfacer, y es él quien establece el nivel de calidad que la empresa debe manufacturar. La evaluación, como parte del aseguramiento de calidad, es usada para describir o valorar la importancia del producto. Eso generalmente significa tomar una medición de un producto en un laboratorio, ya sea a todos los materiales entrantes, productos en proceso y productos finales. Otra técnica que forma parte de un programa de aseguramiento de calidad es auditar o verificar los productos o procesos en el tiempo para determinar los cambios o mejoras que deben sufrir.

Como se describió en el capítulo anterior, se realizan mediciones durante todo el proceso de producción para asegurar la calidad en todo momento. Los °Brix miden el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido. Una solución de 25 °Brix tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido o, dicho de otro modo, hay 25 g de sacarosa y 75 g de agua en los 100 g de la solución. (Crown Parts, 1985). Prueba organoléptica es la evaluación de las propiedades de olor, sabor y color que se realiza a las bebidas, de esta forma se garantiza que el producto saldrá con sus propiedades características.

Buenas prácticas de fabricación (BPF)

Conjunto de medidas preventivas o de control, utilizadas en la fabricación, envasado, almacenamiento y transporte de alimentos manufacturados a fin de evitar, eliminar o reducir los peligros para la inocuidad y salubridad de estos productos. (Según Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 36.081 “Buenas Prácticas De Fabricación, Almacenamiento y Transporte De Alimentos Para Consumo Humano” del año 1996)

Las 5' S (Técnica de gestión japonesa)

Son una herramientas que se refieren a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. Proviene de términos japoneses. Las 5'S son:

- Clasificar, organizar o arreglar apropiadamente: Seiri
- Ordenar: Seiton
- Limpieza: Seiso
- Estandarizar: Seiketsu
- Disciplina: Shitsuke

El método de las 5S, así denominado por la primera letra del nombre que en japonés designa cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa basada en cinco principios simples. Se inició en Toyota en los años 1960 con el objetivo de lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios de forma permanente para conseguir una mayor productividad y un mejor entorno laboral.

Las 5S han tenido una amplia difusión y son numerosas las organizaciones de diversa índole que lo utilizan, tales como, empresas industriales, empresas de servicios, hospitales, centros educativos o asociaciones. La integración de las 5S satisface múltiples objetivos. Cada 'S' tiene un objetivo particular. Por otra parte, la metodología pretende:

- *Mejorar las condiciones de trabajo y la moral del personal. Es más agradable y seguro trabajar en un sitio limpio y ordenado.*
- *Reducir gastos de tiempo y energía.*
- *Reducir riesgos de accidentes o sanitarios.*
- *Mejorar la calidad de la producción.*
- *Seguridad en el trabajo.*

Aunque son conceptualmente sencillas y no requieren que se imparta una formación compleja a toda la plantilla, ni expertos que posean conocimientos sofisticados, es fundamental implantarlas mediante una metodología rigurosa y disciplinada. Se basan en gestionar de forma sistemática los elementos de un área de trabajo de acuerdo a cinco fases, conceptualmente muy sencillas, pero que requieren esfuerzo y perseverancia para mantenerlas.

Clasificación (seiri): separar innecesarios.

Es la primera de las cinco fases. Consiste en identificar los elementos que son necesarios en el área de trabajo, separarlos de los innecesarios y desprenderse de estos últimos, evitando que vuelvan a aparecer. Asimismo, se comprueba que se dispone de todo lo necesario.

Algunas normas ayudan a tomar buenas decisiones:

- Se desecha (ya sea que se venda, regale o se tire) todo lo que se usa menos de una vez al año. Sin embargo, se tiene que tomar en cuenta en esta etapa de los elementos que, aunque de uso infrecuente, son de difícil o imposible reposición. Hay que analizar esta relación de compromiso y prioridades. Hoy existen incluso compañías dedicadas a la tercerización de almacenaje, tanto de documentos como de material y equipos, que son movilizados a la ubicación geográfica del cliente cuando éste lo requiere.
- De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez al mes se aparta (por ejemplo, en la sección de archivos, o en el almacén en la fábrica).
- De lo que queda, todo aquello que se usa menos de una vez por semana se aparta no muy lejos (típicamente en un armario en la oficina, o en una zona de almacenamiento en la fábrica).
- De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por día se deja en el puesto de trabajo.
- De lo que queda, todo lo que se usa menos de una vez por hora está en el puesto de trabajo, al alcance de la mano.

- Y lo que se usa al menos una vez por hora se coloca directamente sobre el operario.

Esta jerarquización del material de trabajo prepara las condiciones para la siguiente etapa, destinada al orden (seiton). El objetivo particular de esta etapa, es aprovechar lugares despejados.

Orden (seiton): situar necesarios

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. Se pueden usar métodos de gestión visual para facilitar el orden, identificando los elementos y lugares del área. Es habitual en esta tarea el lema (leitmotiv) «un lugar para cada cosa, y cada cosa en su lugar». En esta etapa se pretende organizar el espacio de trabajo con objeto de evitar tanto las pérdidas de tiempo como de energía.

Normas de orden:

- Organizar racionalmente el puesto de trabajo (proximidad, objetos pesados fáciles de coger o sobre un soporte, ...)
- Definir las reglas de ordenamiento
- Hacer obvia la colocación de los objetos
- Los objetos de uso frecuente deben estar cerca del operario
- Clasificar los objetos por orden de utilización
- Estandarizar los puestos de trabajo
- Favorecer el 'FIFO' en español = PEPS primero en entrar primero en salir

Limpieza (seisō): suprimir suciedad

Una vez despejado (seiri) y ordenado (seiton) el espacio de trabajo, es mucho más fácil limpiarlo (seiso). Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, y en realizar las acciones necesarias para que no vuelvan a aparecer, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado operativo. El

incumplimiento de la limpieza puede tener muchas consecuencias, provocando incluso anomalías o el mal funcionamiento de la maquinaria.

Normas de limpieza:

- Limpiar, inspeccionar, detectar las anomalías
- Volver a dejar sistemáticamente en condiciones
- Facilitar la limpieza y la inspección
- Eliminar la anomalía en origen

Estandarización (seiketsu): señalar anomalías

Consiste en detectar situaciones irregulares o anómalas, mediante normas sencillas y visibles para todos. Aunque las etapas previas de las 5S pueden aplicarse únicamente de manera puntual, en esta etapa (seiketsu) se crean estándares que recuerdan que el orden y la limpieza deben mantenerse cada día. Para conseguir esto, las normas siguientes son de ayuda:

- Hacer evidentes las consignas «cantidades mínimas» e «identificación de zonas».
- Favorecer una gestión visual.
- Estandarizar los métodos operatorios.
- Formar al personal en los estándares.

Mantenimiento de la disciplina (shitsuke): seguir mejorando

Con esta etapa se pretende trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas, comprobando el seguimiento del sistema 5S y elaborando acciones de mejora continua, cerrando el ciclo PDCA (Planificar, hacer, verificar y actuar). Si esta etapa se aplica sin el rigor necesario, el sistema 5S pierde su eficacia. Establece un control riguroso de la aplicación del sistema. Tras realizar ese control, comparando los resultados obtenidos con los estándares y los objetivos establecidos, se documentan las conclusiones y, si es necesario, se modifican los procesos y los estándares para alcanzar los objetivos. Mediante esta etapa se pretende obtener una

comprobación continua y fiable de la aplicación del método de las 5S y el apoyo del personal implicado, sin olvidar que el método es un medio, no un fin en sí mismo.

Pasos comunes de cada una de las etapas

La implementación de cada una de las 5S se lleva a cabo siguiendo cuatro pasos:

- Preparación: formación respecto a la metodología y planificación de actividades.
- Acción: búsqueda e identificación, según la etapa, de elementos innecesarios, desordenados (necesidades de identificación y ubicación), suciedad, etc.
- Análisis y decisión en equipo de las propuestas de mejora que a continuación se ejecutan.
- Documentación de conclusiones establecidas en los pasos anteriores.

Método KAIZEN

Kaizen, significa "cambio para mejorar" o "mejoramiento" en japonés; el uso común de su traducción al castellano es "mejora continua" o "mejoramiento continuo". En su contexto este artículo trata de Kaizen como una estrategia o metodología de calidad en la empresa y en el trabajo, tanto individual como colectivo. Kaizen es hoy una palabra muy relevante en varios idiomas, ya que se trata de la filosofía asociada al sistema de producción Toyota, empresa fabricante de vehículos de origen japonés.

“ ¡Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy!” es la base de la milenaria filosofía Kaizen, y su significado es que siempre es posible hacer mejor las cosas. En la cultura japonesa está implantado el concepto de que ningún día debe pasar sin una cierta mejora. Durante los años 50 del siglo pasado, en Japón, la ocupación de las fuerzas militares estadounidenses trajo consigo expertos en métodos estadísticos de Control de Calidad de Procesos que estaban familiarizados con los programas de entrenamiento denominados TWI (Training Within Industry) cuyo propósito era proveer servicios de consultoría a las industrias relacionadas con la Guerra. Los programas TWI durante la posguerra se convirtieron en instrucción a la industria civil

japonesa, en lo referente a métodos de trabajo (Control Estadístico de Procesos). Estos conocimientos metodológicos los impartieron W. Edwards Deming y Joseph M. Juran; y fueron muy fácilmente asimilados por los japoneses.

Es así como se encontraron la inteligencia emocional de los orientales (la milenaria filosofía de superación), y la inteligencia racional de los occidentales y dieron lugar a lo que ahora se conoce como la estrategia de mejora de la calidad Kaizen. La aplicación de esta estrategia a su industria llevó al país a estar entre las principales economías del mundo. Este concepto filosófico, elemento del acervo cultural del Japón, se lo lleva a la práctica y no sólo tiene por objeto que tanto la compañía como las personas que trabajan en ella se encuentren bien hoy, sino que la empresa es impulsada con herramientas organizativas para buscar siempre mejores resultados.

Partiendo del principio de que el tiempo es el mejor indicador aislado de competitividad, actúa en grado óptimo al reconocer y eliminar desperdicios en la empresa, sea en procesos productivos ya existentes o en fase de proyecto, de productos nuevos, del mantenimiento de máquinas o incluso de procedimientos administrativos. Su metodología trae consigo resultados concretos, tanto cualitativos como cuantitativos, en un lapso relativamente corto y a un bajo costo (por lo tanto, aumenta el beneficio) apoyado en la sinergia que genera el trabajo en equipo de la estructura formada para alcanzar las metas establecidas por la dirección de la compañía. Fue Kaoru Ishikawa el que retomó este concepto para definir como la mejora continua o Kaizen, se puede aplicar a los procesos, siempre y cuando se conozcan todas las variables del proceso.

Equipos de medición

• *Dispositivo de perforación Zahm & Nagel*

Se emplea para determinar los volúmenes de CO₂ de bebidas carbonatadas en botellas de cristal o PET y latas. Consiste en un manómetro de escala (0 - 60) psig, un

indicador de temperatura bimetálico (25 - 125) °F y un sistema de agitación, ya sea manual o mecánico que permite el desalojo de la fase gaseosa disuelta en la bebida. El método consiste en medir la concentración de gas carbónico en una bebida a una temperatura que oscila entre los 13 y 18 °C expresándolo como volumen de gas carbónico (COVENIN 762-95). El envase es centrado y perforado por el tope, desalojando la fase gaseosa contenida en el espacio libre del tope de la botella.

Posteriormente la botella es agitada durante un tiempo determinado, de tal forma que el dióxido de carbono disuelto en la bebida sea desorbido y desplazado al espacio libre del cuello de la botella, el cual generará presión y será registrada en el manómetro ubicado la parte superior del equipo.

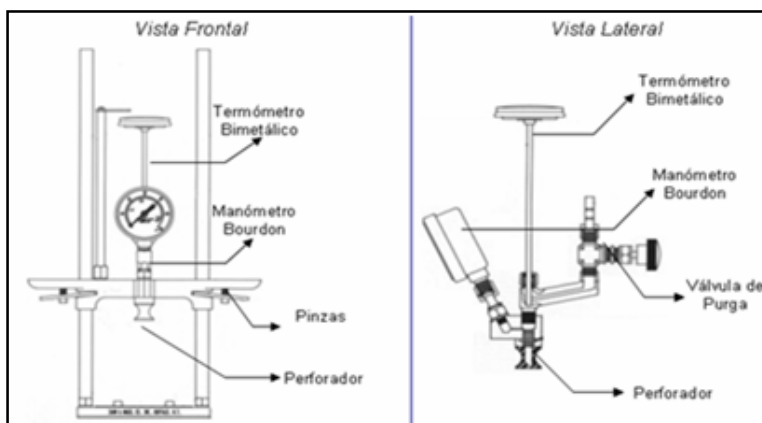


Figura 5. Probador de carbonatación Zahm & Nagel

Fuente: manual de operaciones AJEVEN

•Hidrómetro

Es un instrumento que sirve para determinar la densidad relativa de los líquidos sin necesidad de calcular antes su masa y volumen. Normalmente, está hecho de vidrio y consiste en un cilindro hueco con un bulbo pesado en su extremo para que pueda flotar en posición vertical.



Figura 6. Hidrómetro

Fuente: AJEVEN

• *Microprocesador de oxígeno disuelto*

Las mediciones de oxígeno disuelto (DO) es un proceso industrial que sirve para controlar la concentración de oxígeno, optimizar el proceso y el rendimiento. En la Figura 7 se observa el modelo HI 9146 de Hanna, el cual es un medidor de oxígeno disuelto impermeable con microprocesador, ATC, y auto-calibración. Ha sido desarrollado para mediciones de oxígeno disuelto en aplicaciones en aguas claras y aguas residuales así como en otras aplicaciones tales como la piscicultura. (Hanna Instruments – Manual de Operación. AJEVEN, 2010.)



Figura 7. Microprocesador de oxígeno disuelto HI 9146

Fuente: AJEVEN

- *Torquímetro*

Momento de fuerza o torque es el efecto giratorio que produce una fuerza aplicada a un cuerpo provisto de un eje. El equipo que realiza dicha medición es el torquímetro en la Figura 8 se observa el equipo antes mencionado. (Requez, 2009)



Figura 8. Torquímetro

Fuente: AJEVEN

- *Medidores de temperatura*

La medición de temperatura es una de las mediciones más comunes en la industria y además es una de las mediciones más importantes. Esto se debe a que la mayoría de los procesos de manufactura utilizan y requieren cambios de temperatura ya sea en hornos, secadores, evaporadores y pasteurizadores entre otros, y existen productos de alto valor comercial que deben mantenerse a temperaturas controladas a fin de que estos no pierdan las características de calidad. (Fuente: Requez, 2009)

Control estadístico del proceso

Es la aplicación de los métodos estadísticos a la medición y análisis de la variación en cualquier proceso, esta herramienta objetiva facilita la toma de decisiones y fomenta el proceso constante de mejora en una empresa. (Castillo, 2007).

Gráficas de control

Es una herramienta estadística utilizada básicamente para supervisar el comportamiento de un proceso y para alcanzar y mantener el control estadístico

durante la producción. Un proceso bajo control estadístico, sólo muestra variación aleatoria dentro de los límites de control de 3σ (desviaciones estándares), estas variaciones son originadas por dos tipos de causas: especiales y comunes. Una causa especial es una causa producida por un acontecimiento esporádico. Mientras que las causas comunes se encuentran en todas partes del proceso, ya que son una característica intrínseca del sistema (Castillo, 2007). Un proceso fuera de control exhibe variaciones poco comunes, la cual puede atribuirse a la presencia de causas especiales. En la Figura 9 se observa un ejemplo de gráfica de control $\bar{X}$ (Software Minitab 16).

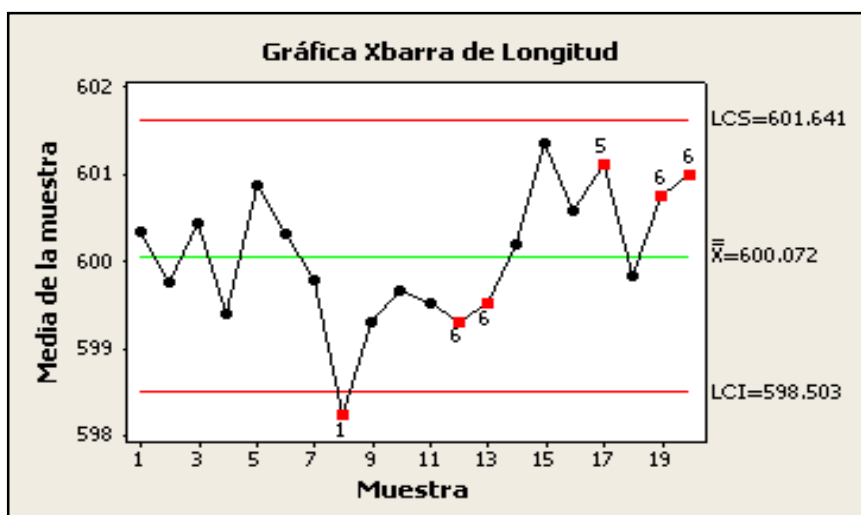


Figura 9. Ejemplo de gráfica de control $\bar{X}$

Diagrama de causa – efecto

El Diagrama de causa y Efecto (o Espina de Pescado) es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo para que él ocurra. Construido con la apariencia de una espina de pescado, esta herramienta fue aplicada por primera vez en 1953, en el Japón, por el profesor de la Universidad de Tokio, Kaoru Ishikawa, para sintetizar las opiniones de los ingenieros de una fábrica, cuando discutían problemas de calidad.

Los diagramas de causa y efecto son utilizados para organizar lluvias de ideas sobre las posibles causas de un problema. Los diagramas de causa y efecto ayudan también a segmentar grandes problemas y dividirlos en partes manejables. En la Figura 10 se muestra un ejemplo de diagrama causa-efecto (Software Minitab 16). (Herramientas para la evaluación de la calidad, 2000).

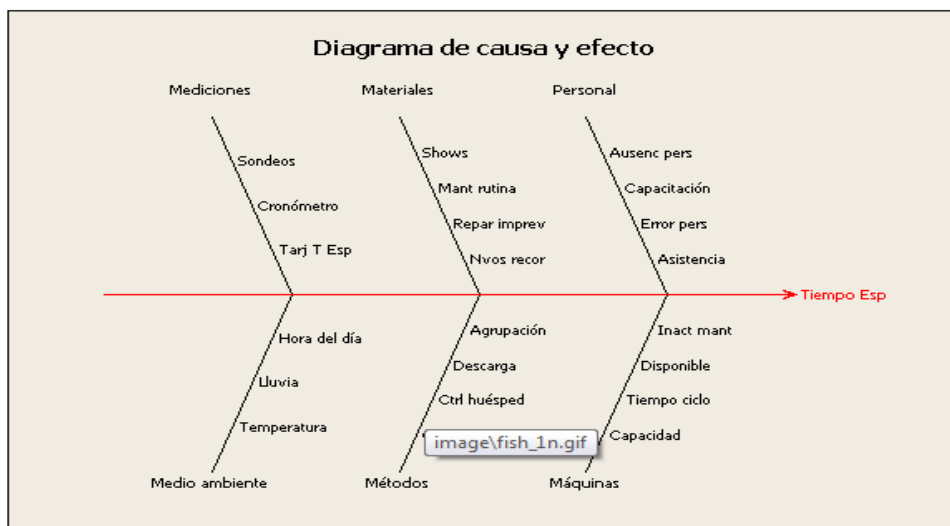


Figura 10 Ejemplo de diagrama causa-efecto

Diagrama de tubería e instrumentación

Los diagramas de tuberías e instrumentación (DTI) es la representación gráfica de la secuencia de equipos, tuberías, accesorios e instrumentos que conforman un proceso industrial. Es necesario acotar, que la aplicación de las normas correspondientes a la elaboración de los diagramas de tubería e instrumentación no es de uso obligatorio, sino que constituyen una recomendación a seguir en la identificación de los instrumentos y equipos en la industria.

Cada instrumento de un determinado proceso, deben identificarse por un sistema de letras y números, los cuales clasifican al instrumento o equipo según la función que desempeña. Esta combinación de letras y números se conoce como "Identificación del instrumento (Tao Number) ", y contendrá información sobre el

tipo de instrumento o equipo, su función, el lazo y el área de la planta a la cual pertenece. (Ingeniería de Proyecto, 2010).

Trazabilidad del producto

En la extensa cadena de producción de una empresa, existe un procedimiento fundamental para controlar permanentemente la ubicación de un producto, desde su manufactura hasta la puesta en los comercios. Este proceso se denomina Trazabilidad, y permite analizar de manera detallada las operaciones que realizan mediante una cuidadosa estrategia de logística. (Informática hoy, 2010)

Puntos críticos de control

Un Punto de Control Crítico (PCC) es un punto, operación o etapa que requiere un control eficaz para eliminar o minimizar hasta niveles aceptables un “peligro para la seguridad alimentaria”. Para poder determinar los PCC se precisa un modo de proceder lógico y sistematizado, como el uso de un árbol de decisiones, el cual es una secuencia de preguntas hechas para determinar si un punto de control es PCC o no lo es. (Madrid salud, 2010)

2.3 Reseña Histórica de la empresa AJEGROUP/AJEVEN

AJEGROUP, fundada hace 23 años, es una industria multinacional con holding en España y presencia en 20 países. Para hacer frente a todos los mercados, la compañía tiene 22 fábricas, 20.000 colaboradores y 120 centros de distribución propios. Una infraestructura que atiende más de un millón de puntos de venta, y que permiten vender cada año tres mil millones de litros de bebidas, entre cervezas, refrescos, bebidas energéticas, bebidas isotónicas, aguas, jugos y té. El Grupo se dedica a fabricar y comercializar productos innovadores y de calidad internacional a precios muy competitivos para los consumidores más exigentes. Esta estrategia le permitió

una exitosa expansión en los países donde opera actualmente. El plan de la compañía es ampliar su negocio en todo el mundo.(fuente: AJEGROUP)

Misión AJE

Ser la mejor alternativa de productos elaborados en busca de la excelencia de forma integral, para contribuir al bienestar de la sociedad.

Visión AJE

Ser una de las 20 mejores empresas multinacionales del mundo para el 2020.

Valores

Pasión: Es una actitud, un sentimiento con el que asumimos el compromiso de enfrentar cualquier reto y superarlo entre todos.

Unidad: Somos un gran equipo forjado con lo mejor de cada uno y hemos logrado construir una irrompible unión, la cual se necesita para alcanzar los objetivos superiores de la empresa.

Sencillez: Buscamos ser líderes de excelencia y nos esforzamos al máximo sin buscar el reconocimiento porque creemos, firmemente, que siempre habrá una nueva oportunidad de seguir mejorando.

Respeto: Diálogo, razón, cordialidad, entendimiento y armonía, entre quienes formamos parte de esta gran familia, son las razones por las que el respeto es un valor privilegiado en AJE. Respetamos profundamente a nuestros colaboradores, consumidores y clientes; sin ellos, nada de lo que hacemos tendría sentido.

Calidad y certificaciones

Altos Estándares

La automatización del proceso de producción ha generado mejoras en los procesos que aseguran la calidad óptima del producto final. AJE aplica métodos y sistemas de control estadísticos, incluyendo un sistema corporativo de control de estándares y procedimientos que garantizan la inocuidad del producto. La producción sigue procesos certificados con estándares como el ISO-9001:2008 y el ISO-22000:2005.

AJE opera sus plantas usando herramientas de la más alta tecnología en el mundo, incluyendo sistemas de gestión y prácticas de calidad como SMED (single minute exchange die), TPM (total productive maintenance), 5 S's, Value Stream Mapping, minimización de desperdicios, Kaizen, monitoreo efectivo, equipos de trabajo multidisciplinarios, y solución de problemas en la misma fuente donde se detectan. En el año 2008, Cerveza Franca, obtiene una auditoría del Research Center Weiheinstephan (RCW), instituto que es reconocido mundialmente por sus minuciosas investigaciones en el ámbito cervecero. Es así que después de un análisis minucioso del producto y de procesos, Aje obtiene la certificación de Producto Premium de Alta Calidad.

El siguiente país en abrir operaciones luego de Perú fue Venezuela, en 1999. En ese país, la mayor parte de la población se caracteriza por buscar maximizar sus recursos, comportamiento que es similar al del consumidor peruano. Pero el consumo per cápita de refrescos es tres veces mayor y el promedio de temperatura es más alto. Los propietarios de AJEGROUP invirtieron US\$ 4 millones, financiados en un 50% con capital propio y el resto con recursos aportados por sus proveedores, basados en la confianza que le tenían a la empresa tras siete años de trabajo conjunto. Además de Kola Real, en Venezuela se vende Big Cola, así como otros sabores y presentaciones. En la figura 11 se presenta el organigrama del departamento de Aseguramiento de la Calidad de la empresa.

La política de AJE de salir de lo convencional fue aplicada en el caso de Venezuela en el tipo de envase. El 97% de los refrescos se vendía en envases de vidrio, lo que representaba una oportunidad atractiva para la introducción de un producto práctico y a precio justo en envase PET no retornable, que ofrecía ventajas novedosas para el consumidor como por ejemplo el hecho de que es irrompible y fácil de manipular y transportar. La planta de producción de Valencia, está ubicada en Calle E, Edificio, Parcela # 137, Urbanización Zona Industrial El Recreo.

Organigrama del departamento (Aseguramiento de Calidad).



Figura 11. Organigrama

2.4 Bases Legales

Tabla 1. Normas Covenin

Norma	Referencia : año	Título
Venezolana COVENIN	2182:1995	Bebidas gaseosas (1era revisión)
Venezolana COVENIN	762:1995	Bebidas gaseosas Métodos de ensayo (1era revisión)

2.5. Definición de términos básicos

Bebidas carbonatadas: la gaseosa (también llamada refresco o bebida carbonatada), es una bebida saborizada, efervescente (carbonatada) y sin alcohol. Estas bebidas suelen consumirse frías, para ser más refrescantes y para evitar la pérdida de dióxido de carbono, que le otorga la efervescencia.

CO₂: Dióxido de carbono: compuesto químico formado por la combinación de 1 átomo de carbón con 2 átomos de oxígeno.

Variable: una variable es un símbolo que representa un elemento o cosa no especificada de un conjunto dado. Dicho conjunto es llamado conjunto universal de la variable, universo o variar de la variable, y cada elemento del conjunto es un valor de la variable.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de Investigación

Según los objetivos formulados y la disciplina en la cual se ubica la temática de este proyecto de investigación se puede catalogar como un proyecto factible, por ser el conjunto de una investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de una organización o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto se apoyó en una investigación de tipo documental y de campo.

Vale acotar, que la investigación documental, “es el estudio de problemas con el propósito de ampliar y profundizar el conocimiento de su naturaleza, con apoyo principalmente en los trabajos previos, información y datos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos”. (UPEL, 2006) Para desarrollo de una investigación documental, como se plantea en lo anteriormente descrito, se realizará la recolección de los datos e información del material teórico existente, fundamentales para el conocimiento del proceso; conjuntamente se profundizará, en cada una de las diferentes etapas que constituyen al proceso de elaboración de bebidas carbonatadas.

Asimismo, se considera una investigación de campo, “al análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos. datos de interés son recogidos directamente de la realidad; sin embargo, se aceptan también estudios sobre datos censales, no recogidos por los estudiantes siempre y cuando se utilicen los registros originales con los datos no agregados”.(UPEL,2006)

Para el siguiente trabajo de investigación se utilizara el ciclo PHVA, método de la calidad total, que consiste en Planear, Hacer, Verificar y Actuar; aplicados a la problemática de la investigación y al desarrollo de las fases a través de la planeación, el análisis y la reduciendo así las acciones por reacción.

3.2 Ocho pasos en la solución del problema

3.2.1 Delimitar y analizar la magnitud del problema

Entender la importancia del problema que se va resolver es el primer paso para su solución. Analizar con precisión la magnitud e importancia del problema tanto en términos de calidad como en términos monetarios. Por estas razones, la situación de sedimentación que presentó el 80% de los lotes producidos entre los meses junio – agosto del 2010 es de suma importancia para la empresa, ya que ocasionó pérdidas monetarias de aproximadamente seiscientos mil bolívares fuertes (600.000 Bs. F) y puso en riesgo la reputación de la empresa en cuanto a la calidad e inocuidad de los productos que ofrece.

3.2.2 Buscar todas las posibles causas

Se debe buscar la causa raíz del problema, es necesario observar sus características haciendo énfasis en la variabilidad cuando se da (horario, turno, línea). Para la búsqueda de posibles causas, se realizaron diferentes análisis tanto a las muestras que presentaban sedimento, como a las materias primas que estaban siendo utilizadas para su elaboración, y de esta forma precisar en qué parte del proceso productivo se podría estar realizando alguna operación inadecuada que afectaría al producto.

3.2.3 Investigar la causa más importante

Dentro de todas las posibles causas y factores considerados en el paso anterior, es necesario investigar cual es el más importante; para la determinación de dicha causa en la problemática estudiada se realizaron investigaciones bibliográficas, trazabilidad de los productos y se evaluaron los resultados de las variables del

producto, se realizaron experimentos que permitieron el enfoque en la carbonatación, por tanto se centra la atención en las variables responsables de este proceso.

3.2.4 Considerar las medidas remedio para las causas más importantes

Al considerar estas medidas remedio se debe buscar que éstas eliminen las causas, de tal manera que se esté previniendo la recurrencia del problema y no sea una medida temporal. La variable principal que afecta el proceso de carbonatación es la temperatura de embasado del producto, por las condiciones de dilución del dióxido de carbono (CO₂), por tanto se implementan acciones con el sistema de frío de la línea # 4 para garantizar una temperatura adecuada entre 4 °C – 6 °C . Dichas operaciones serán realizadas por el personal de mantenimiento con los recursos con los que cuenta la empresa. Para mantener la temperatura dentro de parámetros se realizan planes de mantenimiento, entre otras acciones preventivas, por lo que la empresa no se incurrirá en costos adicionales.

3.2.5 Poner en práctica las medidas remedio

Para llevar a cabo las medidas remedio se debe seguir al pie de la letra los planes elaborados en el paso anterior, además de involucrar a los afectados y explicarles la importancia del problema y el objetivo que persigue.

3.2.6 Revisar los resultados obtenidos

En este paso se debe verificar si las medidas remedios dieron resultado. Para ello se realizaran diagramas de control semanales y así verificar el comportamiento de la temperatura, de igual forma debe verificarse que el plan se cumplió al pie de la letra o si hubo alguna modificación, se debe investigar el porqué, sobre todo si los resultados no han sido completamente satisfactorios.

3.2.7. Prevenir la recurrencia del mismo problema

Si las soluciones dan resultados se deben generalizar las medidas remedio, previniendo así la recurrencia del problema y garantizando los avances logrados mediante la implementación de los planes, para ello deben documentarse, establecer

responsables específicos y estandarizar los nuevos procedimientos o actualizar los ya existentes, identificando claramente quien, cuando, donde, de las medidas.

3.2.8 Conclusión

En este último paso se debe revisar y documentar el procedimiento seguido, se debe realizar una lista de los problemas que persisten y señalar posibles soluciones, para obtener en un futuro un proceso estable y controlado, de manera que se garantice la calidad e inocuidad de los productos.

CAPÍTULO IV

LOS RESULTADOS

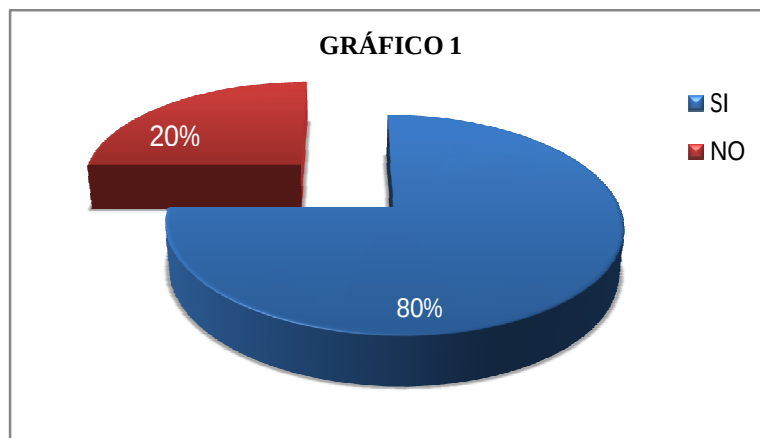
4.1 Análisis e Interpretación de los Resultados

A continuación se presenta el análisis de los resultados obtenidos en las evaluaciones realizadas en el proceso de producción. Se muestran de forma estructurada cada una de las fases de la investigación en búsqueda de mejoras, que permitan alcanzar la situación deseada para el proceso. Una vez aplicado el instrumento de recolección de información (cuestionario) a cinco (5) personas del área de producción y calidad, se obtuvo una serie de datos, que son expresados mediante la siguiente tabla matriz:

Tabla 2. **Matriz de Datos**

ítems	(Si)	(No)
1	4	1
2	5	0
3	3	2
4	3	2
5	5	0
6	5	0
7	4	1
8	5	0

Items.1: ¿Considera usted que la empresa AJEVEN cumple con todas las normas de calidad para producir bebidas carbonatadas?

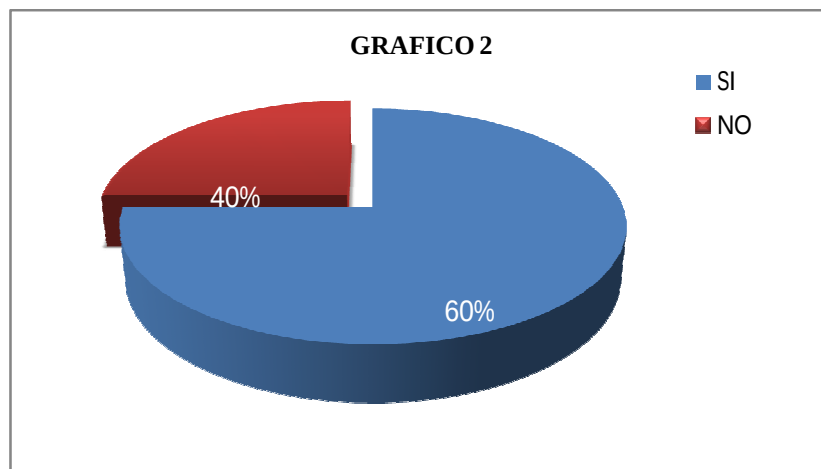


Como se indica en el gráfico 1, el 20% del personal entrevistado relacionado con el área de control de calidad y producción, opina que la empresa no cumple con todas las normativas de calidad para la elaboración de bebidas carbonatadas, por tanto es necesario el análisis del proceso para detectar la existencia de algún incumplimiento de las normas y de esta forma proponer las mejoras pertinentes.

Items.2: ¿Cree usted que en el proceso de elaboración de la bebida “cola negra” en presentación de 3000 ml se cumplen con los controles de calidad necesarios al igual que con los otros sabores y presentaciones de bebidas carbonatadas que produce AJEVEN?

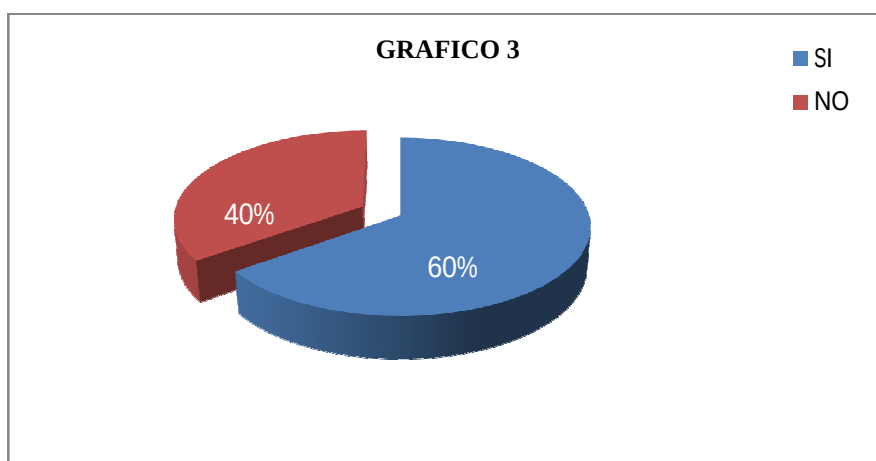
En este punto la totalidad del personal encuestado afirma que en la producción de la bebida cola negra de 3000 ml se aplican todos los controles de calidad necesarios al igual que con el resto de las bebidas que produce la empresa. A pesar de dicho resultado con el desarrollo de la investigación se verificara que existen los controles de calidad necesarios para la elaboración de bebidas carbonatadas.

Items.3: ¿Considera usted que la sedimentación encontrada en la producción de la bebida “cola negra” de 3000 ml, pudiera ser el factor temperatura de envasado, lo cual afecta la calidad del producto terminado?



La producción de la bebida cola negra de 3000 ml, se ve afectada por alguna causa en su proceso de producción, lo cual deja un sedimento visible en el producto terminado, por lo cual el 60% de los encuestados relacionados con el área opinan que la temperatura del envasado influye en esta parte del proceso. Sin embargo; el 40% del personal cree que son otros factores los que influyen en la sedimentación encontrada en esta bebida/sabor/presentación.

Items.4: ¿Cree usted que es necesario mayor control del volumen de CO₂ disuelto en la bebida para evitar problemas de sedimentación en el producto terminado?



En este Ítem el 60% de empleados encuestados afirma que se necesita aplicar un mayor control del volumen de CO₂ disuelto en la bebida ya que así se podría evitar la sedimentación encontrada en el producto terminado, lo cual en relación a las respuestas del ítem 3 se podría tomar opiniones encontradas en cuanto a la causa que produce esta falla. En este sentido el 40% del personal supone que el control de CO₂ no es una variable determinante en el proceso.

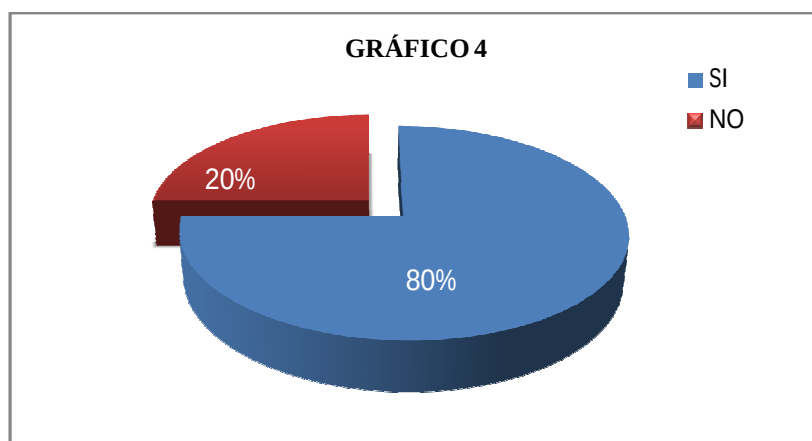
Ítems.5: ¿Considera necesaria la implementación de las 5' BAS para mejorar la calidad de los productos AJEVEN?

En cuanto a la técnica de gestión 5'BAS, las Buenas Prácticas de Fabricación, Ambiente y Seguridad aplicados para mejorar la calidad de producción, el 100% de los encuestados consideran que es necesaria y positiva su implementación como una práctica constante en beneficio de todos.

Ítems.6: ¿Conoce usted el sistema de gestión de AJEGROUP?

En cuanto a métodos y planes de control del grupo AJE, el 100% del personal del área de calidad y producción de la empresa AJEVEN dice conocer esta aplicación que incluye un sistema corporativo de control de estándares y procedimientos que garantizan la inocuidad del producto.

Ítems 7: ¿Alguna vez ha revisado los documentos y manuales de aseguramiento de la calidad que se encuentran publicados en el QUALTRAX?



En cuanto al Qualtrax, software que simplifica enormemente la gestión de documentos, seguimiento de flujo de trabajo y de negocio y control de procesos de fabricación, el 80% de los encuestados afirma haber revisado los documentos y manuales de aseguramiento de calidad a los que se hacen referencia en este Ítem. Sin embargo el 20% del personal relacionado con el área no tiene conocimientos sobre el mismo.

Items.8: ¿Cree usted necesario para la empresa operar bajo un Sistema de Gestión que asegure la calidad de sus productos?

Un Sistema de Gestión que asegure la calidad de los productos es indispensable para la productividad de toda Industria, es por eso que el 100% de los analistas, superintendentes y supervisores que laboran en la empresa AJEVEN considera importante desarrollar un sistema de gestión operativo que asegure la calidad de los productos finales.

4.2 Desarrollo de las fases de la investigación

Seguidamente en cuanto a los cumplimientos de las fases de la investigación, se describen a continuación en forma cualitativa el desarrollo de los objetivos planteados fundamentado en la aplicación de la metodología de calidad total compuesta por “Ocho pasos para la solución del problema” (Gutiérrez, 2005) para la obtención de una mejor calidad de producción en la elaboración de las bebidas carbonatadas de la empresa AJEVEN:

- Buscar todas las posibles causas
- Investigar cual es la causa más importante
- Considerar las medidas remedio para las causas más importantes
- Poner en práctica las medidas remedio
- Revisar los resultados obtenidos
- Prevenir la recurrencia del mismo problema
- Conclusión

Fase 1: Analizar el proceso de elaboración de las bebidas carbonatadas

Pasos ejecutados:

- Delimitar y analizar el problema
- Buscar todas las posibles causas del problema
- Causas más importantes

Delimitar y analizar el problema

En el año 2010 entre los meses junio - agosto, en las evaluaciones realizadas por el auditor de calidad a los Centros de Distribución (CEDIS) a nivel nacional, se encontró que aproximadamente el 80 % de las bebidas carbonatadas producidas por la línea 1, presentaban sedimentación, eran sabor cola negra de formato 1800 ml, lo cual es de gran preocupación para la empresa, ya que pone en riesgo la reputación de la calidad de su producto. Para delimitar y analizar la magnitud del problema, se tomaron en cuenta las pérdidas monetarias y la reputación del producto, lo que pone en riesgo tanto la calidad como la inocuidad del mismo.



Figura 12. Presencia de sedimento en producto terminado

Los problemas de calidad que existen en las organizaciones, generalmente son bien conocidos, y aunque ya se han intentado corregir, estos permanecen más o menos iguales. Pareciera que los esfuerzos de mejora o corrección no dan resultado, ya que es frecuente que se caiga en alguno o varios errores como: se atacan los efectos y los síntomas y no se va a las causas de fondo del problema, se trata de resolver los problemas por reacción, no se ataca realmente lo importante, entre otros. Una forma de eliminar estos errores en gran proporción es conocer e implementar las estrategias y métodos de la calidad total en la solución de problemas y la ejecución de planes de mejora.

La fabricación de bebidas carbonatadas comienza en el almacén de insumos, desde donde se despachan a todas las áreas del proceso las distintas materias primas, evaluadas y aprobadas anteriormente por el coordinador de materia prima quien reporta directamente al departamento de aseguramiento de la calidad. Es importante conocer dicho proceso así como también las distintas aéreas donde se desarrollan.

Sala de Jarabe

En la sala de jarabe es donde se realiza la preparación de los jarabes de todas las bebidas carbonatadas que se producen en la empresa, consta de dos partes, tolva de azúcar y sala de preparación, en la primera se prepara jarabe simple que es la base de todos los jarabes, éste es la mezcla de agua tratada con azúcar, el área de tolva de azúcar (fig.13) se encuentra ubicada en un primer piso, debajo de ella se encuentran los tanques de jarabe simple (área de preparación); un montacargas que es el encargado de suministrar las paletas con la azúcar a la tolva donde están los operarios encargados de adicionarla a los tanques de jarabe simple (fig.14).



Figura 13. Tolva de azúcar de la sala de jarabe



Figura 14. Tanque de jarabe simple

En la sala de preparación se cuenta con 4 tanques de jarabe simple y 22 tanques de jarabe terminado, estos últimos están enumerados y dispuestos en filas llamadas baterías, todo se conecta mediante tuberías hacia el proceso de producción. Para la preparación del jarabe terminado los operarios cuentan con procedimiento de

operaciones normalizadas (Standard Operating Procedure o SOP) que es el manual donde están las recetas (ingredientes, cantidades e instrucciones de preparación) de cada uno de los productos.

Este jarabe terminado es inspeccionado por un auditor de calidad quien verifica la cantidad de sólidos disueltos en el jarabe que debe ser de $(53 \pm 0,2)$ ° Brix mediante un refractómetro (es independiente del sabor), se mide el Ph que depende del sabor de la bebida, propiedades organolépticas (color, olor, sabor) y el volumen que depende del sabor de la bebida, también debe verificar la hora de preparación para garantizar que el tanque cumplió con mínimo una hora de reposo y no será conectado antes de tiempo, esta verificación se realiza tomando una muestra de cada uno de los tanques preparados, en la figura 15 se presentan los tanques de dicha sala. Durante el periodo de estudio y la observación realizada en sala de jarabe no se detectan problemas con la parte de preparación.



Figura 15. Sala de preparación

Área de soplado

Es la parte encargada de formar las botellas, mediante un proceso de calentamiento de la preforma e inyección de aire a grandes presiones. Luego de formada la botella pasa al área de etiquetado donde es identificada con la etiqueta respectiva del producto que se esté envasando. Esta parte del proceso no tiene mayor influencia en la problemática, ya que aunque puede existir contaminación microbiana en los rieles que transportan la botella hacia la llenadora, estas cargas deben ser

eliminadas por los dispositivos de lavado (rinser) quienes son encargados de lavar las botellas antes de envasar el producto.



Figura 16. Área de soplado de envases plásticos (botellas)

Área de llenado

En esta zona es donde se obtiene la bebida carbonatada, para ello son necesarias una serie de etapas por las que debe pasar la bebida antes de ser envasada, como se indica en la Figura 20 el proceso comienza con la mezcla mediante tuberías jarabe terminado con agua tratada, para controlar la cantidad de jarabe en la mezcla se utiliza un tornillo micrométrico, el cual tiene parámetros específicos según la bebida que se esté produciendo, luego dicha mezcla pasa al sistema de carbo-cooler donde se enfría cayendo por la parte externa de las placas donde internamente circula amoníaco que es el encargado de absorber el calor sin tener contacto con la mezcla. Cabe destacar que este proceso ocurre dentro de un tanque cerrado, la cantidad de amoníaco suministrada al sistema se controla mediante un manómetro y un indicador digital con el que cuenta la máquina, éste está conectado por una tubería al carbonatador, en donde se produce la inyección de CO_2 en la bebida, por esta razón la bebida debe estar fría, para lograr una dilución del gas en la bebida.

Posteriormente la bebida es bombeada a la taza de la llenadora, la cual es alimentada con las botellas ya etiquetadas, a su vez son recibidas por una estrella que las posiciona en los dispositivos de lavado (Rinser), y son puestas boca abajo como se muestra en la figuras 17 y 18, para ser lavadas internamente, mediante rotación son guiadas a la llenadora (fig. 19) donde son recibidas mediante pinzas y ubicadas en cada válvula de llenado donde se llenan 100 botellas por minuto aproximadamente, luego son recibidas por una estrella que las guía al capsulador que es el encargado de tapar cada una de las botellas.



Figura 17. Dispositivo de lavado



Figura 18. Rinser (lavado de botellas)



Figura 19. Proceso de llenado

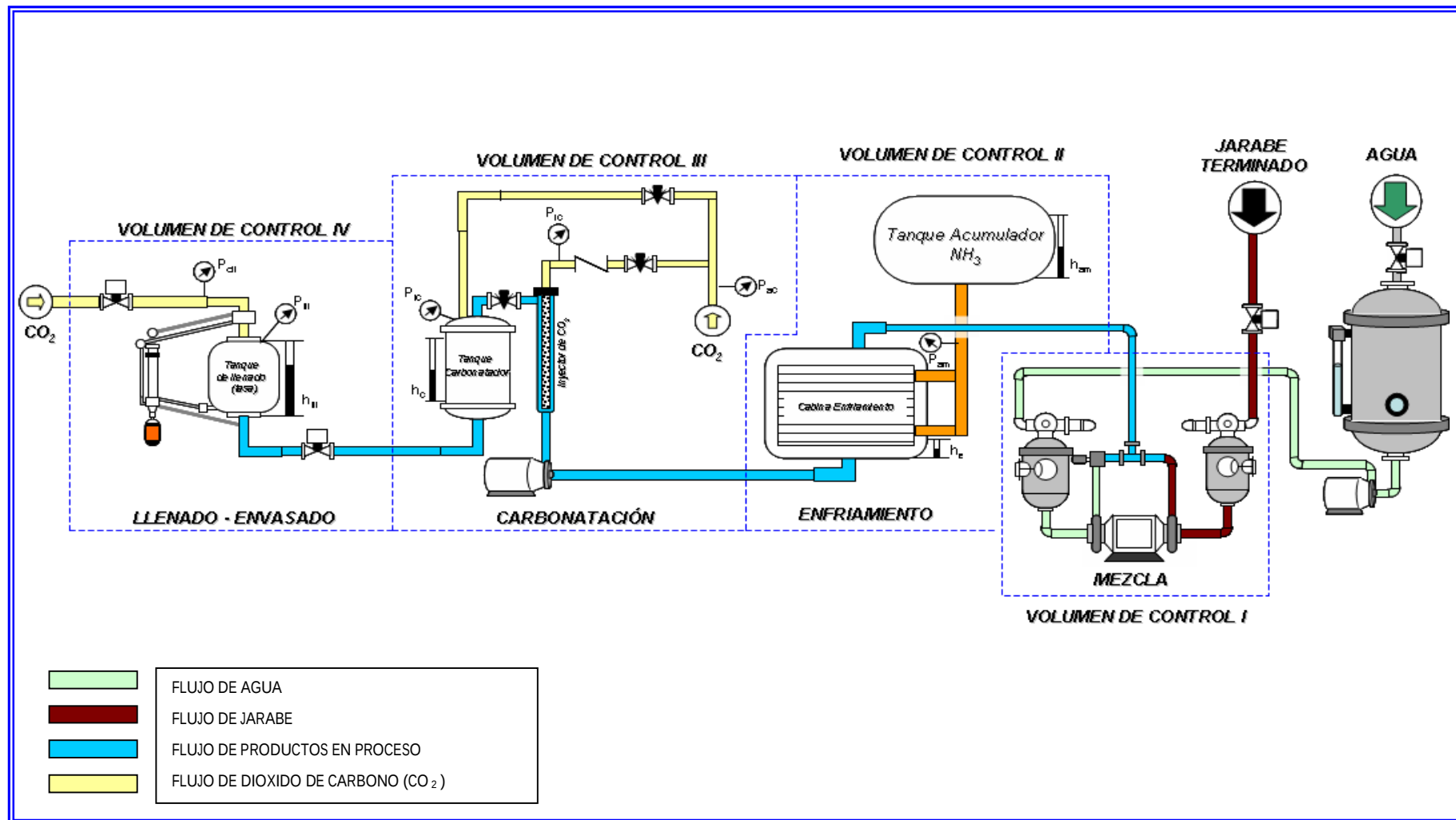


Figura 20. Diagrama de tuberías del proceso de llenado línea 4

Área de empaque y paletizado

Una vez que se envasa la bebida carbonatada las botellas son transportadas mediante bandas hacia el codificador quien imprime con tinta en el cuello de cada botella la fecha de vencimiento, la hora de producción, la línea por la que fue envasada y el precio del producto, luego continúan su recorrido y llegan a la empacadora donde son agrupadas mediante pinzas en grupos de 6 botellas, son envueltas con un plástico llamado termoencojible, y luego entra a la zambelli (empacadora) que mediante calor hace que el plástico forme un paquete compacto, estos siguen por la banda hacia la paletizadora que agrupa y ordena 15 paquetes por camada, se forman paletas de 5 camadas cada una, para que posteriormente un montacargas traslade la paleta a la envolvedora donde es cubierta con un plástico llamado poliestrech, para luego ser transportada al almacén de producto terminado.

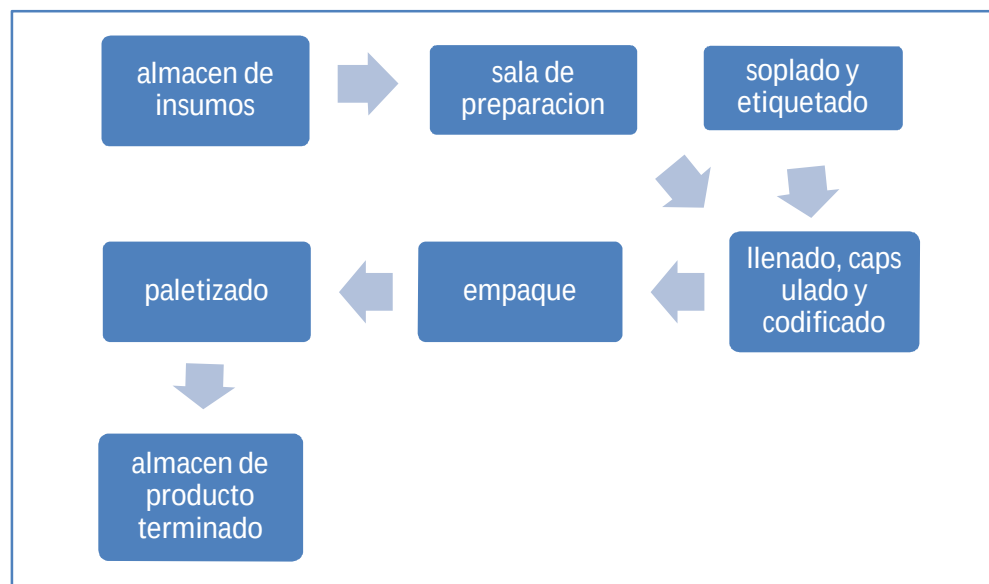


Figura 21: diagrama del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas

En esta área no se evidencio ningún tipo de problema que influya en la sedimentación del producto, sin embargo las condiciones de almacenamiento si son de suma importancia, ya que si el producto no está resguardado de la luz solar se verá afectado directamente en sus características organolépticas, produciéndose la

decoloración de la bebida acelerando su descomposición y produciendo la sedimentación del producto. En la figura 21 se presenta el diagrama del proceso de elaboración de bebidas carbonatadas.

2.- Buscar las posibles causas del problema

A través de un estudio sistemático se pueden evaluar las causas generadoras del problema utilizando un diagrama causa- efecto, a fin de analizar las posibles causas y tomar medidas para eliminar o prevenir la recurrencia del problema.

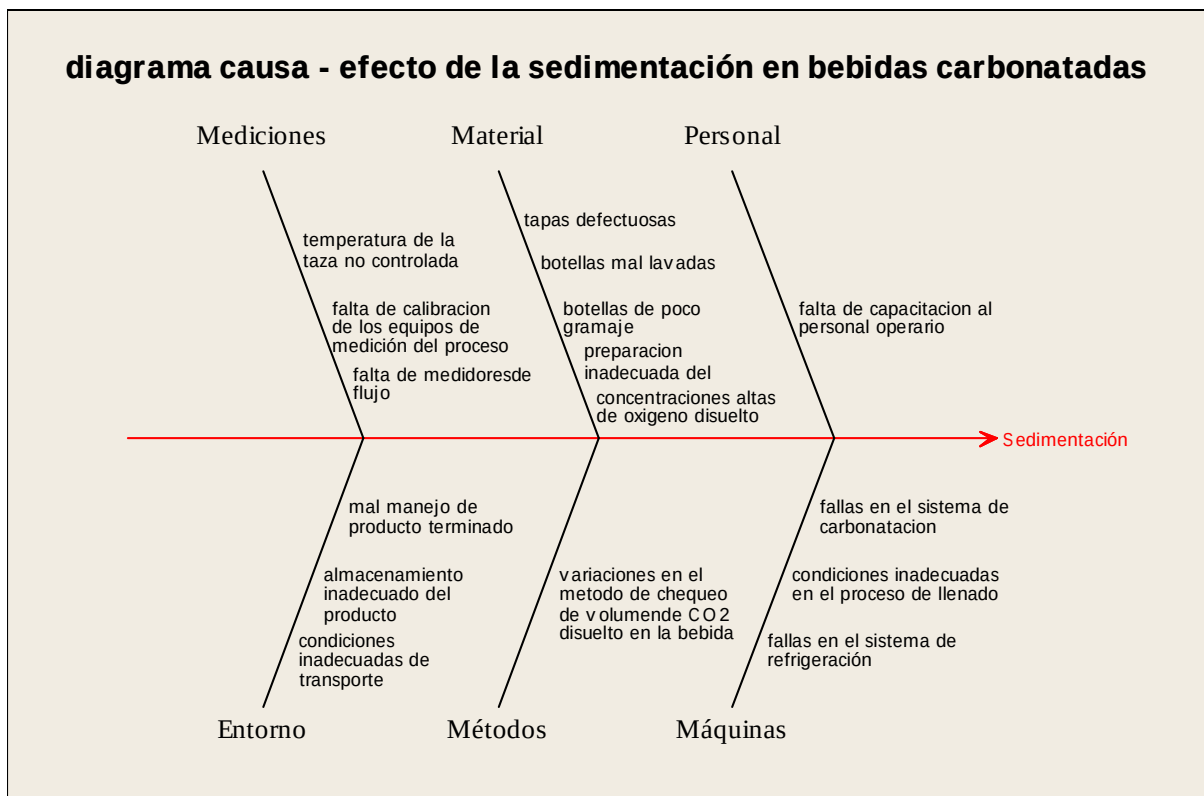


Figura 22. Diagrama causa – efecto de la sedimentación en bebidas carbonatada

Posibles causas que originan a la formación de sedimento en las bebidas carbonatas.

- Temperatura de la taza no controlada: es importante el control de la temperatura de la taza, ya que ésta debe estar entre 2-6 °C, si las temperaturas son mayores no se lograría la dilución completa del CO₂ en la bebida, lo que afectaría la carbonatación acelerando la descomposición del producto y a su vez la aparición de sedimento. Durante el periodo de estudio se realizó el control y registro de las temperaturas en la taza para realizar un análisis posterior de estos datos.

- Falta de calibración en los equipos de medición del proceso: es de suma importancia contar con equipos de medición calibrados en el proceso, ya que por medio de ellos se controlan los distintos parámetros del proceso de llenado y de no estar calibrados se tendrían mediciones erradas afectando así el producto terminado.

- Tapas defectuosas: la utilización de tapas defectuosas produciría pérdidas de CO₂ y contaminación del producto terminado, afectando así las propiedades físico-químicas del mismo, dando pie a la formación de sedimento. En la empresa se realiza un control de materia prima evitando así introducir a los procesos materiales defectuosos.

- Botellas mal lavadas: esta condición juega un papel importante en la carbonatación, ya que evita la presencia de materiales extraños y de microorganismos en el interior de la botella y equilibra la temperatura entre el líquido y la botella, puesto que el diferencial de temperaturas debe ser menor a 18°C (10°F), para evitar la decarbonatación y así la formación de sedimento. En la empresa no siempre se realiza un buen lavado de las botellas, debido a que los dispositivos encargados del lavado de la botella (Rinser) de la llenadora (línea 4) no se encontraban en óptimas condiciones, con respecto a esta situación se realizaron los requerimientos pertinentes al Departamento de Mantenimiento Mecánico, para la reparación y revisión de los dispositivos lava botellas (Rinser) en todas las líneas.

- Botellas de poco gramaje: la utilización de botellas de poco gramaje ocasionaría pérdidas de CO₂, ya que el Polietilentreftalato (PET) que es utilizado para la elaboración de la botella posee una propiedad mecánica llamada

permeabilidad que es directamente proporcional al espesor de la botella, es decir a menor espesor la botella será menos permeable permitiendo así la fuga del gas y ocasionando a su vez la formación de sedimento.

- Preparación inadecuada de jarabe: debe ser rigurosa, ya que, una agitación brusca puede incluir mayor cantidad oxígeno (en el proceso de agitación se incluye oxígeno en cantidades normales), afectando el proceso posterior; por otra parte, el jarabe una vez que es terminado debe tener un tiempo de reposo entre 30 – 60 min. Para permitir que se libere el aire incluido en el proceso de agitación.

- Concentraciones altas de oxígeno disuelto: el oxígeno es uno de los enemigos más grandes para lograr la dilución del CO_2 , ya que el aire es 1/50 menos soluble que el CO_2 en el agua; lo que hace que no se disuelva tan fácilmente como el CO_2 y tiene la tendencia de escaparse, causando la pérdida de carbonatación y el espumeo. Actualmente en la empresa se está realizando el control de oxígeno disuelto en el agua durante todo su recorrido desde el pozo (de donde se extrae) hasta llegar al producto terminado, se revisa al detalle las conexiones y puntos donde se pueden producir fugas, para evitar así la incorporación de oxígeno.

- Almacenamiento inadecuado del producto: el producto debe estar resguardarse de las condiciones climáticas extremas, la exposición de los productos a la luz solar ocasiona el deterioro en sus características organolépticas (sabor, olor, color), produciendo una oxidación de sus componentes y acelerando su descomposición produciendo así la formación de sedimento.

- Condiciones inadecuadas de transporte: la mezcla de CO_2 con un líquido es muy inestable, si no se tienen precauciones en el transporte cuidando que la velocidad del líquido no sea muy alta, se puede presentar desprendimiento de CO_2 a la hora de ser embotellado, acortando el tiempo de vida de la bebida dando pie a la formación de sedimento. Durante el periodo de estudio se pudo evidenciar que la velocidad de la línea en estudio fue constante, por tanto no se presentan problemas con esta condición.

- Fallas en el sistema de refrigeración: en cuanto a la temperatura, los valores observados en la evaluación son elevados, entre (6-7) °C, por lo que se realizaron modificaciones en las líneas; se conectó mediante tubería de acero inoxidable el sistema de alimentación de agua helada de la línea de 2 a las líneas 4 y 8, buscando con esto obtener una temperatura de mezcla agua-jarabe más baja, también fueron instalados tres electroválvulas y tres sistemas de control de nivel, para controlar la entrada de agua en el tanque y el encendido de la bomba.

- Para lograr una buena carbonatación, se requiere de una presión y una temperatura determinada. La cantidad de gas que se disuelve en el líquido se mide en volúmenes. A presión atmosférica y una temperatura de 60 °F un volumen de agua absorberá un volumen igual adicional de CO₂; si se reduce la temperatura a 32 °F la capacidad de absorción de CO₂ aumenta (por propiedades del gas), se incrementa 0,7 volúmenes; por consiguiente cada 15 psi adicionales sobre la misma temperatura, el agua absorberá 1,7 volúmenes de CO₂.

- Entre los factores que afectan la carbonatación se encuentran las condiciones inadecuadas en el llenado, una calibración inadecuada entre las válvulas de venteo y contrapresión de la llenadora ocasionan desequilibrio entre las presiones del carbonatador y la llenadora. Variaciones significativas en la altura de llenado afectan la toma de datos de la carbonatación sobre la botella. Las líneas presentan variaciones en las alturas de llenados, lo cual se ha ido verificando, reportando los niveles de llenado de las diferentes líneas, para tomar las acciones pertinentes.

Causas más importantes del problema

Durante el periodo de estudio se determinó que el área de llenado es donde se fusionan las distintas partes del proceso, por la cantidad de variables que se manejan y la importancia que tiene cada una de ellas para garantizar y determinar la calidad e inocuidad del producto. Por tanto el desarrollo se enfocará en el en área de llenado, tomando como variables principales de control las temperaturas de envasado (temperatura de la taza) y el volumen de CO₂ disuelto en la bebida.

Como característica común en todas las muestras con sedimento, al realizarle las pruebas de VCO_2 , éstas estaban por debajo del valor establecido; en cuanto a la temperatura al realizar la trazabilidad del producto afectado, se evidenció que las temperaturas de envasado fueron altas (mayores a $8^{\circ}C$) dichos resultados se presentan en la tabla 1, mientras que lo establecido por el plan de control del proceso de llenado es entre $(2-4)^{\circ}C$ para lograr que el CO_2 sea realmente absorbido en la bebida, de lo contrario éste al ser medido estará dentro de los parámetros establecidos pero realmente el gas se encuentra en la zona libre de la botella y no disuelto en la bebida. También se realizó un experimento práctico en el laboratorio donde se tomaron muestras mal capsuladas de las líneas de producción, otras se taparon manualmente y otras se dejaron mal capsuladas intencionalmente como se indica en la figura 23, luego de 15 días aproximadamente todas las muestras presentaron sedimentación y su vez la característica común era la pérdida evidente de CO_2 y de todas las propiedades organolépticas de la bebida.



Figura 23: botellas mal capsuladas

Para realizar las mediciones del VCO_2 anteriormente se utilizaba un equipo de medición que constaba de un manómetro y un termómetro (figura 24) los cuales tenían apreciaciones de 0,2 psi y 2 °C respectivamente, estas apreciaciones de los equipos no son adecuadas para el tipo de medición, ya que no se podía obtener una data con variaciones para su análisis posterior, actualmente se está utilizando como equipo de medición el Antoon Park, como se indica en la figura 25, éste equipo es completamente digital y realiza el proceso de medición mediante un Carbo QC, presentado en la figura 26, el cual consta de un pistón que mediante movimientos y presiones aumenta la temperatura de la muestra extraída de la botella y mide el volumen de CO_2 y cantidad de azúcar disuelta en las bebidas.

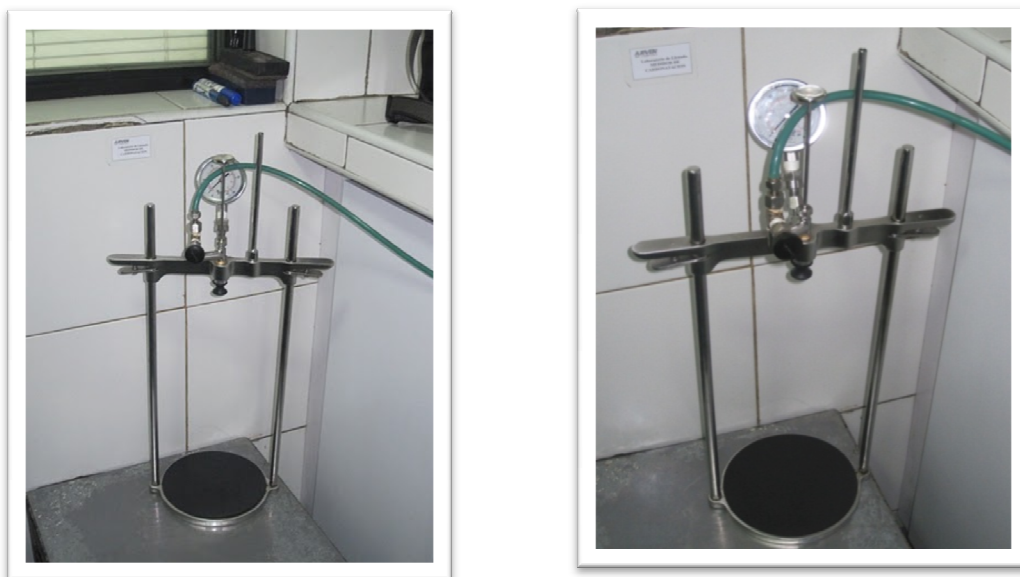


Figura 24. Antiguo Medidor de VCO_2



Figura 25. Anton Paar (Nuevo Medidor de VCO₂)



Figura 26. Carbo QC del Anton Paar

Tabla 3. Medición de variables VCO₂ y temperatura en muestras sedimentadas

fecha de vencimiento	sabor	línea de producción	formato (ml)	temperatura de envasado (°C)	volumen de CO ₂ inicial	volumen de CO ₂ final	Características organolépticas
25/12/2010	kolita	1	400	10	4,3	3,4	no característico
25/12/2010	cola negra	1	400	12	4,2	2,4	no característico
07/12/2010	cola negra	4	3000	13	4,6	3,5	no característico
06/01/2011	kolita	3	3000	15	4,3	2,2	no característico
20/01/2011	cola negra	4	3000	9	4,6	3	no característico
25/01/2011	kolita	4	3000	13	4,3	2,6	no característico
05/02/2011	cola negra	1	400	8	4,4	3,3	no característico
10/02/2011	cola negra	3	3000	8	4,6	3,4	no característico
10/02/2011	cola negra	4	3000	13	4,6	2,8	no característico
15/07/2011	cola negra	1	400	10	4,5	3,5	no característico

Fase 2: Establecer criterios y métodos que se deben tomar en cuenta en la elaboración de bebidas carbonatadas.

Pasos ejecutados:

- Consideración de las medidas de remedio.
- Puesta en práctica de las medidas de remedio

Consideración de las medidas de remedio

Como propuesta para el mejoramiento de la elaboración de bebidas carbonatas en la empresa, se sugiere la implementación del método 5`BAS, el cual se fundamenta en la aplicación de las 5`S (Orden y limpieza de las áreas físicas de trabajo), así como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), Ambiente y Seguridad; con el fin de crear y mantener un lugar de trabajo organizado, seguro y limpio, de alto rendimiento siendo responsables de garantizar la inocuidad del producto y conservación del medio ambiente. (Manual de Calidad de AJEVEN C.A, 2011)

Tabla 4: Aplicación de los Cinco principios japoneses

1	Seiri = arreglar	Inventariar las cosas que tienen en el dpto. Aseguramiento de la calidad, así como separar las cosas útiles de las inútiles, eliminar las cosas inútiles.
2	Seiton = organizar	Colocar cada cosa en su lugar con el fin de no mezclar las herramientas, materiales y otros de trabajo, identificando cada uno.
3	Seiso = limpiar	Limpiar los equipos de trabajo regularmente.
4	Seiketsu= estandarizar	Mantener constantemente el estado de limpieza a fin de optimizar el aspecto visual del lugar de trabajo.
5	Shitsuke= disciplinar	Habituarse a aplicar las reglas

Buenas prácticas de fabricación

La industria alimenticia tiene a través de sus productos una incidencia directa en la salud y seguridad de los consumidores. Por esta razón es muy importante establecer un método de trabajo que asegure a sus clientes alimentos sanos y de calidad. Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son un conjunto de medidas preventivas o de control, utilizadas en la fabricación, envasado, almacenamiento y transporte de productos alimenticios manufacturados a fin de evitar, eliminar o reducir los peligros para la inocuidad y salubridad de estos productos. (Gaceta Oficial, Resolución N° SG-457-96,1996). Aplicando las BPM se garantiza la producción de alimentos seguros de acuerdo a las normativas nacionales e internacionales, a la vez que aumentará la satisfacción de los clientes al demostrarles el compromiso con la calidad.

Ambiente

El impacto medioambiental se está convirtiendo en un asunto importante en todo el globo. La presión para minimizar ese impacto procede de muchas fuentes: gobiernos locales y nacionales, organismos reguladores, asociaciones sectoriales, clientes, empleados y accionistas. Por ello, una perspectiva para lograr la protección ambiental de un modo más o menos flexible, sin depender sólo de la normativa legal vigente, consiste en que las organizaciones o empresas apliquen en sus operaciones de producción normas, patrones o estándares ambientales internos, aceptadas a nivel internacional.

En la práctica, ese enfoque constituye el precepto que sirve de base para las Normas de Gestión Ambiental de la Serie ISO14000, destinadas a facilitar a las empresas una metodología apropiada para implementar convenientemente un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) orientado a proteger el ambiente. Éste es una parte del sistema de gestión global de la organización, que incluye la organización, planificación, responsabilidades, prácticas y procedimientos para implementar y mantener la política ambiental.

ISO 14001 es una norma aceptada internacionalmente que establece cómo implantar un sistema de gestión medioambiental (SGM) eficaz. La norma se ha concebido para gestionar el delicado equilibrio entre el mantenimiento de la rentabilidad y la reducción del impacto medioambiental. Con el compromiso de toda la organización, permite lograr ambos objetivos. Con la implantación de la Norma en el sistema, se puede identificar aspectos del proceso que tiene un impacto en el medio ambiente y comprender las leyes medioambientales que son significativas para esa situación. El paso siguiente consiste en generar objetivos de mejora y un programa de gestión para alcanzarlos. De este modo, podemos evaluar el sistema regularmente y, si cumple la normativa, registrar la compañía o la sede para la norma ISO 14001. (Schinitman, 1997)

Seguridad

En el ámbito de la seguridad laboral, la referencia a *las condiciones de trabajo* se efectúa con la consideración de que el empresario debe controlar tales *condiciones* para que no supongan una amenaza para la seguridad y la salud del trabajador y, al mismo tiempo, se alcance *una calidad de trabajo*. En este sentido, se trata de aquellas características del trabajo que pueden influir *significativamente* en la generación de riesgos laborales. Se incluye en ellas:

- Condiciones *de seguridad*:

- Características generales de los locales (espacios, pasillos, suelos, escaleras, etc.)
- Instalaciones (eléctrica, de gases, de vapor, etc.)
- Equipos de trabajo (máquinas, herramientas, aparatos a presión, de elevación, de manutención, etc.)
- Almacenamiento y manipulación de cargas u otros objetos, de materiales y de productos.
- Existencia o utilización de materiales o productos inflamables.
- Existencia o utilización de productos químicos peligrosos en general.

- Condiciones ambientales:

- Exposición a agentes físicos (ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes, radiación ultravioleta, radiación infrarroja, microondas, ondas de radio, láser, campos electromagnéticos)

- Exposición a agentes químicos y ventilación industrial.

- Exposición a agentes biológicos.

- Calor y frío.

- Climatización y ventilación general. Calidad del aire.

- Iluminación.

- Carga de trabajo: física y mental.

- Organización y ordenación del trabajo (monotonía, repetitividad, posibilidad de iniciativa, aislamiento, participación, turnicidad, descansos...).

En la medida en que estas condiciones de trabajo puedan ser origen de daños para la salud, incluidas las lesiones (es decir, accidentes, patologías o enfermedades), o influyan significativamente en la magnitud de los riesgos, se las suele denominar factores de riesgo o también peligros, situaciones, actividades, condiciones, peligrosas, o como dice la Ley de Prevención: procesos, actividades, operaciones, equipos o productos potencialmente peligrosos. (Ríos, 2008). En AJEVEN se cuenta con equipos y un personal de seguridad industrial capacitado con conocimientos técnicos, orientados a prevenir y controlar los accidentes o cualquier situación peligrosa que pueda presentarse.

Recorrido 5 BAS

Las 5 BAS están integradas en la Hoja de Calificación de 5 BAS y en su lista de verificación. Su avance se mide en los Recorridos de 5 BAS, estos se realizan como sigue:

- Se realiza mensual

- Audita un Equipo integrado por personal de:

- Responsable del Área
- Aseguramiento de Calidad
- Mejora Continua o Recursos Humanos
- Producción o Mantenimiento
- Seguridad y Ecología

• La auditoría se basa en la lista de verificación de 5 BAS, el responsable del área levanta el reporte de la auditoria (Hoja de Calificación de 5 BAS), le da seguimiento a la solución de las oportunidades de mejora encontradas.

• Se publican los resultados

¿Cómo se evalúa?

Todo el equipo auditor deberá contribuir a encontrar las oportunidades de mejora en el área auditada cuando:

0 = Cuando existan 5 ó más problemas.

1 = Cuando existan 3 ó 4 problemas.

2 = Cuando existan 1 ó 2 problemas.

3 = Cuando no existan problemas.

4 = Cuando no existan problemas en más de 3 meses.

5 = Cuando no existan problemas en más de 6 meses.

Puesta en práctica de las medidas de remedio

Para evaluar la implementación de las 5`BAS se realizaran auditorías internas mensuales en cada uno de los departamentos de la empresa, las mismas serán realizadas por equipos personal capacitado con anterioridad, quienes apoyados con

una hoja de verificación 5'BAS van evaluando y calificando los departamentos auditados, finalmente se levanta un informe con la puntuación, las no conformidades y las oportunidades de mejora encontradas en el área. Estas no conformidades serán chequeadas como prioridad en la siguiente auditoría. En la figura 27 se presentan algunos ejemplos de mejoras en las áreas de mantenimiento mecánico, área de artículos de limpieza y área de empaque con la implementación de la metodología 5'BAS, el objetivo es llevar la metodología a todos los departamentos y áreas de la planta.

Figuras 27 Materiales antes y después de la aplicación de las 5`BAS



Figura 28. Materiales de embalaje ordenados y a la mano



Figuras 29. Orden y limpieza (cada cosa en su lugar)

Normas de calidad fundamentadas en la ley

Hablar de control de la calidad es referirse a comprobar la conformidad del producto con respecto a las especificaciones del mismo. El objetivo de las acciones de control de la calidad consiste en identificar las causas de la variabilidad para establecer métodos de corrección y de prevención y para lograr que los productos fabricados respondan a las especificaciones establecidas por la organización. Para establecer estos métodos y parámetros Venezuela cuenta con la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), la implementación de dichas normas es obligatoria, cada industria implementará la norma que le compete.

En el caso de AJEVEN se rige por 2 principales normas (2182:1995: Bebidas gaseosas y 762:1995: Bebidas gaseosas. Métodos de ensayo), la primera se refiere a la fabricación de bebidas gaseosas, los ingredientes y cantidades que pueden utilizarse, la segunda establece los métodos de ensayo que deben utilizarse para medir las distintas variables presentes en el producto, por esto es de suma importancia el cumplimiento de dichas Normas, ya que se garantizará la fabricación de un producto

inocuo y de calidad. De no ser así no sería posible la elaboración legal de bebidas gaseosas. Estas Normas COVENIN se especifican a continuación:

Normas COVENIN

La comisión de las normas industriales (COVENIN), creada en 1958, es el organismo encargado de programar y coordinar las actividades de normalización y calidad en Venezuela. Para llevar a cabo el trabajo de elaboración de norma, la COVENIN constituye Comités y Comisiones de técnicas de normalización donde participan organizaciones gubernamentales y no gubernamentales relacionadas con un área específica.

Las normas COVENIN 2182:1995 y 762:1995, fueron elaboradas bajo los lineamientos del Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios por el Sub Comité Técnico SC12 productos diversos y aprobada por la COVENIN en su reunión nº 134 de fecha 14 junio del 1995. Se consultaron las exigencias de la norma Venezolana para conocer las características que deben cumplir las bebidas gaseosas destinadas a consumo humano, así como los métodos de ensayos para la determinación de los requisitos físicos y químicos en las bebidas gaseosas.

Norma Venezolana de bebidas gaseosas: 2182:1995

El objeto de esta Norma es especificar las características que deben cumplir las bebidas gaseosas destinadas a consumo humano no alcohólicas y que contienen anhídrido carbónico. Como una de las definiciones más importantes, se dice que las bebidas gaseosas son productos obtenidos por disolución del anhídrido carbónico en agua potable adicionados o no de edulcorantes, jugos y otros aditivos legalmente permitidos. Todo ingrediente y aditivo en la preparación del producto debe cumplir con los requisitos establecidos por las normas COVENIN y en las disposiciones sanitarias correspondientes.

Norma venezolana Bebidas Gaseosas Método de Ensayo 762:1995

El objeto de esta Norma es especificar los métodos de ensayos para la determinación de los requisitos físicos y químicos en las bebidas gaseosas, tal como lo es la determinación de:

- Gados Brix
- Carbonatación
- Contenido de aire y carbonatación en latas
- Acidez
- Sacarina
- Quinina
- Cafeína

Los métodos de ensayo que especifica son los siguientes:

- Hidrometría (parte de la hidrología que mide el volumen de agua).
- Densimetría (técnica por la que se puede determinar la densidad de una sustancia, de un cuerpo).
- Refractómetro (método de calcular el índice de refracción).

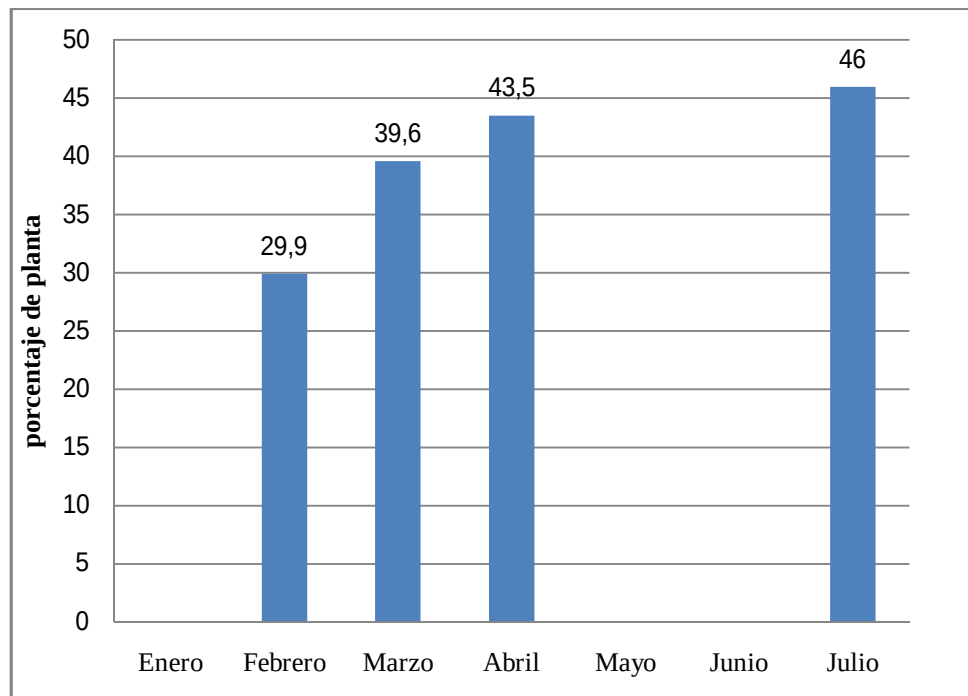
Fase 3: Identificar oportunidades de mejora, utilizando los recursos con los que cuenta la empresa

Pasos ejecutados:

Revisar los resultados

Para la revisión de resultados, se considero la evaluación realizada durante cuatro (4) meses del presente año, donde se evidencia una mejora continua en el promedio de la planta por la implementación de la metodología 5'BAS, sin embargo la meta establecida por la empresa es de 80%. Cabe señalar que durante los meses mayo y junio la empresa pasaba por un periodo de recertificación de ISO 9001:2008, razón por la cual no se realizo el recorrido de 5`BAS. (Ver figura 30).

Figura 30. Evaluación 5'BAS. Planta de producción



Es importante señalar que para el mejoramiento continuo del control de la calidad en la elaboración de bebidas carbonatadas y mejor beneficio para la productividad de la empresa AJEVEN, se deben realizar evaluaciones periódicas junto con los expertos del área como son: Superintendente de Aseguramiento de Calidad, Jefe de Aseguramiento de calidad, Coordinador de materia prima, Coordinador de mejora continua; involucrando así todas las áreas del Departamento de Aseguramiento de Calidad que son parte fundamental en el desarrollo de elaboración de las bebidas carbonatadas. En reunión con los expertos se realizó un análisis del proceso de llenado el cual se basó en los hallazgos de la auditoría 5'BAS.

Una vez realizado el análisis de la situación se determinan estrategias que ayudan a reducir las debilidades del sistema como son: control de variables en el proceso de elaboración de bebidas carbonatadas, dado que se toma la data pero no se realizan análisis para conocer su comportamiento e identificar causas que puedan afectar la estabilidad del proceso. Por otra parte la implementación del sistema de

gestión QUALTRAX, ya que las especificaciones del proceso establecidas en sistema son poco conocidas, por tanto las acciones en caso de desviación no son ejercidas como lo establece el plan de control.

Fase 4: Establecer un control estadístico del proceso de llenado de las bebidas carbonatadas.

- Pasos ejecutados:
- Prevenir recurrencias del mismo problema
- Conclusiones

Las grandes inversiones en tecnología de punta no es el único paso que deben tomar las empresas, primero deben asegurarse que sus procesos actuales son los más óptimos y para lograrlo se cuenta con una herramienta sencilla pero poderosa como es el Control Estadístico de Procesos el cuál es un conjunto de herramientas que permite recopilar, estudiar y analizar la información de procesos repetitivos para poder tomar decisiones encaminados a la mejora de los mismos. En función a al punto anterior y según la metodología establecida en esta fase de establecer un Control Estadístico del Proceso se considera la prevención de la ocurrencia de los problemas anteriores como son:

- Debilidad en el control de variables que intervienen en la elaboración de bebidas carbonatadas.
- Implementación del Sistema de Gestión de la Calidad.

Las variables más influyentes en el proceso de elaboración de bebidas carbonatadas son la temperatura de envasado y el volumen de CO₂ disuelto en la bebida, estas se delimitaron en una de las fases anteriores, por tanto se realizará el análisis de la data recopilada durante el periodo de estudio (30 días). Sin embargo fue posible el estudio de una sola variable, el volumen de CO₂ a pesar que ésta depende directamente de la temperatura de envasado el equipo con el que se realiza la medición cuenta con un principio de funcionamiento adecuado dando como resultado

volumen de CO₂ disuelto en la bebida con un margen de error de 0,02 según lo establece el manual del equipo.

En cuanto a la temperatura no es posible realizar el análisis de la data debido a que en la empresa se cuenta con termómetros bimetálicos de aguja con una apreciación de 1° C, por tanto no es posible registrar la variabilidad de los resultados de la medición. Para el análisis de los datos de volumen de CO₂ se considera la normalidad de la variable comprobada mediante la aplicación de la prueba de Kolmogorov – Smirnov utilizando el programa estadístico SPSS, dicho programa también se utilizó para calcular los estadísticos descriptivos de esta data, estos resultados se presentan en el cuadro # 4 y cuadro # 5.

Tabla 6: Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
	25	50 (Mediana)	75	25	50 (Mediana)	75	25	50 (Mediana)
VCO ₂	38	4,4784	0,06824	4,30	4,56	4,4350	4,5000	4,5300

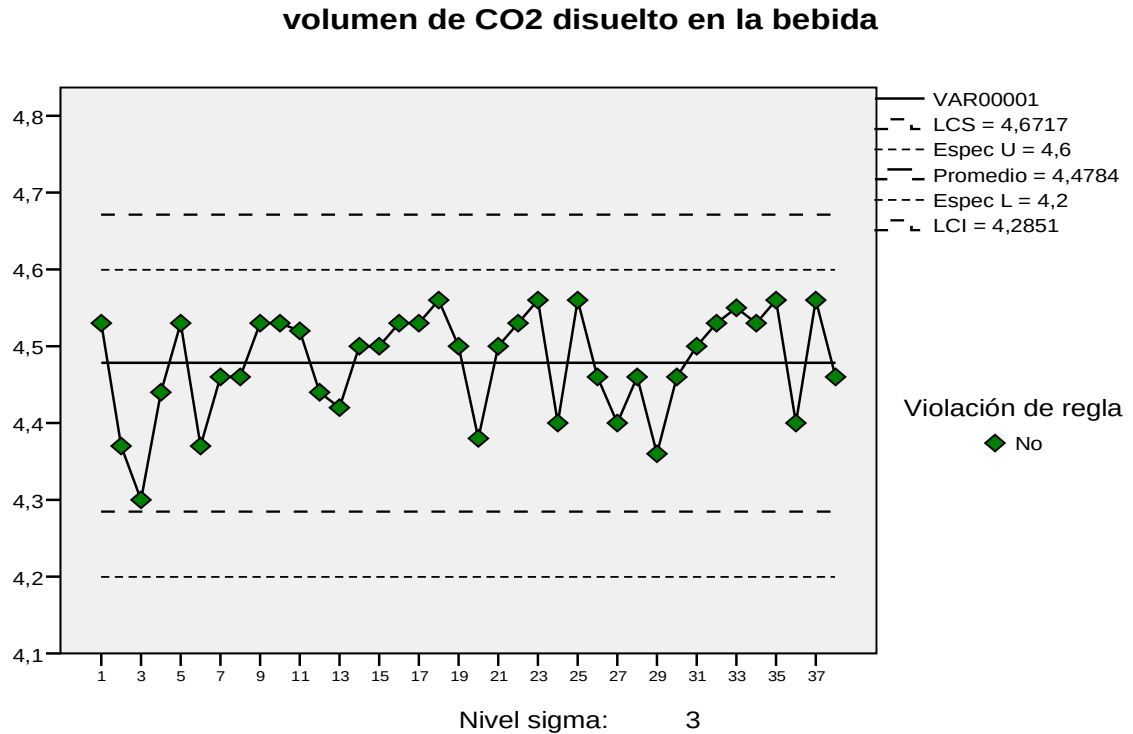
Tabla 7: Prueba de Kolmogorov - Smirnov para una muestra

		VCO ₂
N		38
Parámetros normales(a,b)	Media	4,4784
	Desviación típica	0,06824
Diferencias más extremas	Absoluta	0,177
	Positiva	0,116
	Negativa	- 0,177
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,089
Sig. asintót. (bilateral)		0,186

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Figura 31. Control VCO₂



En la figura 31 se presenta el gráfico de control del volumen de CO₂ disuelto en la bebida, dicho gráfico evidencia una gran variabilidad esto puede deberse a causas no asignables y a causas asignables. Las primeras, son de naturaleza probabilística y forman parte de la variación propia del proceso. Algunas de las razones por las que aparecen estas causas son: variabilidad de la materia prima, variabilidad debida a la maquinaria, entre otras.

Las causas asignables, dan lugar a variaciones irregulares no predecibles, que hay que eliminar y corregir. Son causas cuya naturaleza no es aleatoria y cuando actúan producen efectos que se pueden determinar con certeza y que persisten hasta encontrar su causa, el desgaste de la máquina, herramientas en mal estado, etc.; en este caso las posibles causas que afectan la variabilidad del proceso podrían ser fugas

en el sistema de tuberías que distribuye el CO₂, desde los tanques principales hasta el área de llenado (carbonatador) donde se produce la inyección del gas en la bebida.

Igualmente de esta manera también los instrumentos de medición en tuberías como manómetros no calibrados, ya que las presiones del gas se controlan mediante estos, fugas en el carbonatador que no permite una buena carbonatación de la bebida, así mismo las fugas en el sistema de amoniaco (gas con el que se produce el enfriamiento para luego inyectar el CO₂ en la bebida), falta de mantenimiento de compresores que no permiten el enfriamiento adecuado de la bebida y por tanto afecta la carbonatación de la misma. En el cuadro # 6 se indica la descripción de los índices de capacidad asociados con la variación a corto plazo son Cp, Cpk, CPU, y CPL; por otro lado, los asociados con la variación a largo plazo son Pp, Ppk, PPU, y PPL. En la práctica, se suele considerar que 1,33 es el valor mínimo aceptable para un índice de capacidad. (SPC_6 índices de capacidad.pdf)

Tabla 8: Descripción de índices de capacidad

Índice	Uso	Definición	Fórmula
Cp o Pp	El proceso está centrado en los límites de especificación	Es el radio entre la amplitud permitida (distancia entre los límites de especificación) y la amplitud natural	$(LES - LEI) / 6\sigma$
Cpk o Ppk	El proceso no está centrado en los límites de especificación, pero está contenido en ellos	Es el cociente entre la amplitud permitida y la amplitud natural, teniendo en cuenta la media del proceso respecto al punto medio de ambas límites de especificación	$\text{Min}\{ (LES - \mu)/3\sigma, (\mu - LEI)/3\sigma \}$
CPU o PPU	El proceso sólo tiene un		$(LES - \mu) / 3\sigma$

	límite de especificación superior		
CPL o PPL	El proceso sólo tiene un límite de especificación inferior		$(\mu - LEI) / 3\sigma$

Continuación tabla 8

En la tabla 9 se indica el valor de los índices de capacidad del proceso obtenido en el análisis de datos realizado con el programa SPSS, dichos resultados tanto a corto como a largo plazo son menores a 1,33 por tanto indican que a pesar que el proceso se encuentra bajo control estadístico, no es capaz de cumplir con las especificaciones del producto establecidas.

Tabla 9: Estadísticos del proceso

Índices de capacidad del proceso	
A corto plazo	A largo plazo
CP(a) = 1,035	PP = 0,977
CpK(a) = 0,629	PpK = 0,594

Se asume la distribución normal. LSL = 4,2 y USL = 4,6.

(a) La sigma de funcionalidad estimada está basada en la media de los rangos móviles de la muestra.

A continuación se muestra un plan de acción presentado por el personal de mantenimiento a la superintendente de Aseguramiento de calidad, con el fin de tomar las acciones correctivas pertinentes y de esta forma garantizar que el producto se elabore con las condiciones adecuadas para obtener una bebida que cumpla con las especificaciones establecidas por la empresa. De esta forma se reducirían las causas

asignables responsables de la alta variabilidad presente en el proceso, por tanto se debe realizar un análisis posterior de los datos una vez realizadas las acciones correctivas.

Tabla 10. Plan de acción presentado por el personal de mantenimiento

Nº.	Oportunidad	Acción Correctiva	Estatus	Responsable	Fecha de Compromiso
1	Valvulas de Amoníaco con desgaste (han debido ser torqueadas en dos ocasiones para evitar fugas) L3 y L4	cambio de válvulas y electroválvulas para verificar y corregir su correcto funcionamiento	Solicitando Modelo de las Valvulas para su reemplazo	Ricardo Prieto	10/03/2011
2	Compresores VILTER no operativos	Reparación de equipos	Actualmente se estan cambiando las estoperas gastadas para evitar fugas de aceite, se está buscando proveedor para presostatos y contratista para reparación.	Ricardo Prieto	20/11/2010
3	Torres evaporativas en mal estado	Reparación y optimización de equipos.	Actualmente la contratista LARKIN esta trabajando en los equipos, instalando el sistema de dosificación de químico para evitar incrustaciones, luego se procederá a corregir fugas, revisión y/o reparaciones de aspersores y paneles, mantenimiento de motores de ventiladores.	Ricardo Prieto	En proceso
4	No funciona Intercambiador L8, utilizando actualmente el de la L2	Puesta en funcionamiento de intercambiador L-8	En espera de repuestos (Placa de Intencambiador)	Ricardo Prieto	30/11/2010
5	Tiempo de transferencia de calor entre agua y amoníaco muy corto	Colocar placa orificio para reducir caudal y aumentar tiempo en intercambiador	Revisando sistema en todas las líneas	Ricardo Prieto	15/11/2010
6	Sistema de enfriamiento no es capaz de generar las condiciones de temperatura de proceso especificadas	Evaluación del Sistema de enfriamiento	El 27/10/2010 la compañía Turbo Ven realizó Diagnóstico del sistema, en espera del estudio realizado	Ricardo Prieto	04/11/2010
7	Agua de proceso con temperaturas mayores a 28 °C Pre enfriamiento del Agua	Pre enfriamiento del Agua de proceso en todas las líneas a 14 °C	En Evaluación	Ricardo Prieto	15/02/2011

4.3 Conclusiones y recomendaciones

4.3.1. Conclusiones

En cuanto al análisis del proceso de elaboración de las bebidas carbonatadas se basa en la búsqueda de las posibles causas que generan el problema de sedimentación en la bebida sabor cola negra, de dicho análisis se determina que existen dos variables se suma importancia, la temperatura de envasado y volumen de CO₂ disuelto en la bebida, ya que el VCO₂ depende de la temperatura de envasado y el primero es uno

de los preservantes de la bebida, se determina estas dos variables como las más importantes del estudio.

Para establecer criterios y métodos que se deben tomar en cuenta en la elaboración de bebidas carbonatadas, AJEVEN se guía por lo establecido por la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) donde se indica las especificaciones del producto, métodos y equipos de medición para determinar cada una de las características controlables del producto final, unido a esto se propone la implementación de la metodología 5'BAS en todas las áreas de la planta, con lo cual se garantiza la mejora de las condiciones de trabajo e inocuidad en la producción de las bebidas.

En cuanto a identificar oportunidades de mejora, utilizando los recursos con los que cuenta la empresa se realizó un análisis de la situación actual donde se identifican fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas presentes en todo el proceso de producción de dicho análisis se propone la implementación del sistema QUALTRAX, ya que éste se encuentra documentado, en dicho sistema está contenido el Plan de Control del Proceso donde se establecen especificaciones tanto del proceso como del producto, posibles causas de desviación y acciones a tomar en casos de desviación.

Es por eso que se que garantizaría menos pérdidas de tiempo por búsqueda de causas del problema, ya que se atacaría el problema de raíz en caso de presentarse alguna desviación, también es recomendable la actualización regular de todos los documentos contenidos en el sistema, ya que si se modifica algún método, parámetro de control o plan de cualquiera de las áreas el personal debe estar al tanto de dicho cambio y así trabajar en armonía con el Sistema de Gestión.

En tal sentido para establecer un control estadístico del proceso de llenado de las bebidas carbonatadas fue necesario el análisis realizado en los puntos anteriores, ya que mediante ellos se determinaron las variables más importantes del proceso, sin embargo al recolectar la data solo fue posible el estudio de una sola variable lo cual

sirvió para proponer el uso de instrumentos adecuados para el control de variables del proceso de producción y de esta forma obtener una data confiable.

Por otra parte al realizar el análisis del Volumen de CO₂ disuelto en la bebida carbonatada sabor Cola Negra los resultados obtenidos no fueron satisfactorios, ya que a pesar que el sistema se encuentra bajo control estadístico los resultados de índices de capacidad arrojan que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones del producto, por tanto es necesaria la verificación y reparación de los sistemas que componen el proceso de llenado como lo son enfriamiento y carbonatación, una vez detectadas y reparadas las fallas comprobar posteriormente si el proceso alcanza su estabilidad para realizar un estudio riguroso del proceso de llenado con el fin de determinar si el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones establecidas o de otro modo adecuar las especificaciones a la capacidad del proceso.

4.3.2. Recomendaciones

- Aplicar la metodología 5`BAS en forma sostenible en todos los departamentos de la empresa con el fin de mantener la inocuidad del producto.
- Controlar y verificar las variables del proceso, utilizando equipos adecuados que permitan aplicar un control estadístico en busca de mejoras.
- Evaluar de manera continua los puntos críticos determinados, y establecer las acciones necesarias para el mejoramiento de dichas variables.
- Capacitar al personal operativo para el control de las variables del proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- AJEVEN. GRUPO AJE. www.ajegroup.com/venezuela.php.
- 2.- CROWN PARTS, century beverage preparation system (1985). Manual de operación y mantenimiento del carbonatador-enfriador.
- 3.- COVENIN 762:1995 *BEBIDAS GASEOSAS. MÉTODOS DE ENSAYO*. (1ª Revisión). Norma Venezolana. Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios, Subcomité Técnico SC12 Productos Diversos. Aprobada el 14 de junio de 1995.
- 4.- COVENIN 2182:1995 *BEBIDAS GASEOSAS* (1ª Revisión). Norma Venezolana. Comité Técnico de Normalización CT10 Productos Alimenticios, Subcomité Técnico SC12 Productos Diversos. Aprobada el 14 de junio de 1995.
- 5.- *Calidad/cc_inspeccion*. (s.f.). Recuperado el 2011, de <http://www.docencia.udea.edu.com>
- 6.- Deming E. (1986). *Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis*. (1ª edición en español de la 1ª edición en inglés "Out of Crisis", Quality, Productivity and Competitive Position). Madrid. Editorial Díaz de Santos S.A.
- 7.- HANNA instruments (2010). Microprocesador de Oxígeno disuelto. manual de operación del equipo de medición de oxígeno disuelto.
- 8.- Informática. (2010). Obtenido de [http:// www.informatica.com](http://www.informatica.com)
- 9.- Ingeniería de proyecto. (2010). Obtenido de <http://www.ingenieriadeproyectos.com>
- 10.- Mendez, C. (2001). *Metodología. Diseño y desarrollo del Proceso de Investigación*. Colombia, McGraw-Hill Interamericana.
- 11.- MONTGOMERY, Douglas (2003). *Probabilidades y estadísticas aplicadas para Ingenieros*. 3era edición.
- 12.- Navarra. (2006). *Guía básica de gestión de trazabilidad en el sector alimentario*. Obtenido de elaboración de bebidas: <http://www.slideshare.net/rivero79/trazabilidad-bebidas>
- 13.- Norma ISO 14000. Ambiente y sociedad. Archivo Pdf. Consulta fecha: 10/10/11 Disponible en www.ubp.edu.ar/todoambiente/...de...pdf/ambiente_sociedad.pdf
- 14.- Ortega, M. e. (s.f.). *BEBIDAS-CARBONATADAS*. Recuperado el 2011, de <http://www.scribd.com>

15.- Reglamento de las buenas prácticas de fabricación, almacenamiento y transporte de alimentos para consumo humano (1996) *Gaceta Oficial de la Republica Bolivariana de Venezuela* 36081 (Extraordinaria), 07-11-96. .

16.-Trazabilidad-bebidas. (2006). *Guía básica de gestión de trazabilidad*. Recuperado el 2011, de <http://www.slideshare.net>

17.- ZHAM & NAGEL (2010). Manual de operación del equipo de medición de volumen de dióxido de carbono CO₂.