

50524
86



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

IMPLEMENTACION DE CONTROL ESTADISTICO DEL
PROCESO Y DEL MONITOREO Y CONTROL EN UNA
INDUSTRIA EMBOTELLADORA.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO

P R E S E N T A :

GUILLERMO ROA ESTRADA



MEXICO, D. F.

1986

7



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

Agradecimientos

A mi madre por haber realizado tanto esfuerzo para poder darme la mejor herencia de la vida que es la educación.

En honor a mi padre y abuela quien espero gocen de este logro en el cielo como yo ahora.

A mi amada y querida esposa que sin su apoyo esto no hubiera sido posible

A mis hijos por aquellos momentos que les quede a deber por dedicarme a este esfuerzo.

A mis hermanas, sobrinos, tíos, familia y amigos en general de quien en su momento recibí mucho apoyo y motivación.

Y por supuesto a mis extraordinarias asesoras Q.F.B. Yolanda Flores y M. en C. Maria José Marques que sin duda, fueron clave para el desarrollo de este trabajo.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
1. Resumen	2
2. Introducción	4
3. Marco teórico	6
a. Control estadístico del proceso	13
b. Histograma	15
c. Diagrama de Pareto	16
d. Diagrama de Ishikawa	17
e. Gráficas de control (Monitoreo y Control)	18
4. Problema resuelto	22
5. Objetivo	24
6. Diseño experimental	24
a. Diagrama de flujo	30
7. Resultados	32
8. Análisis de resultados	
a. Línea 1	133
b. Línea 2	134
c. Línea 3	137
9. Conclusiones	140
10. Recomendaciones	142
11. Lista de referencias	146

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. RESUMEN.

ANTECEDENTES. Un paro de línea de embotellado significa elevados costos y un producto fuera de normas significa elevadas mermas; ambos problemas se ocasionaban en la compañía por no tener un sistema de monitoreo y control soportado en el control estadístico del proceso que garantizara que los productos cumplieran con las normas de calidad.

PROBLEMÁTICA. En el pasado el monitoreo del producto se realizaba cada hora sin llevar a cabo una gráfica de la tendencia, lo que ocasionaba que las acciones correctivas se realizaran demasiado tarde con la consecuente destrucción de todo el producto del período inmediato anterior.

OBJETIVO. Asegurar que todos los procesos de embotellado cumplan consistentemente con las especificaciones establecidas por la compañía.

Establecer los lineamientos generales para la implementación del Control Estadístico del Proceso (CEP) y del Monitoreo y Control (MC) en el proceso de embotellado.

POBLACIÓN DE ESTUDIO. La población de estudio fueron todos los productos de dos litros no retornables y dos litros retornables que se produjeron en las tres líneas de producción.

RESULTADOS. Se definieron condiciones de operación que garantizan la variabilidad mínima de los equipos y así cumplir con las normas de calidad de embotellado.

Se realizaron las gráficas de control y se aplicaron en piso para visualizar tendencias y poder realizar los ajustes del proceso de embotellado oportunamente.

IMPORTANCIA. Asegurar que el proceso de embotellado se encuentra bajo control así como el establecimiento de una mejora continua del mismo mediante el uso de herramientas estadísticas básicas.

Asegurar que el producto embotellado cumpla con las normas de calidad en todo momento así como disminuir al mínimo las pérdidas económicas por producto fuera de normas.

2. INTRODUCCIÓN.

Las gráficas de control proporcionan señales de "detenerse" y "seguir" mediante límites de alerta o de acción y permiten "estar orgulloso" u "observar con alarma" (¡y buscar la causa del problema!). Para utilizar estas herramientas estadísticas en forma efectiva y provechosa, se deben comprender algunos de los principios básicos que respaldan las técnicas estadísticas para el control de calidad. Las gráficas de control son un registro continuo de trabajo, informan cuando el proceso se desarrolla adecuadamente y cuando necesita atención. Son una herramienta que muestra cuando se tiene un problema y cuando se ha corregido dicho problema con éxito.

Para mejorar la calidad de los productos o para mantenerla en los niveles actuales, se debe contar con procesos estables; cuando la operación es estable, entonces –y sólo entonces- será posible conocer el nivel de calidad y cuando la operación es estable, la productividad y la calidad son las mejores que se pueden obtener con este proceso.

Las pérdidas económicas por los derrames de producto y los tiempos de paro de líneas son muy costosas, además el no-cumplimiento de las normas representa una problemática. Por otra parte, la falta de medición o monitoreo de las variaciones ocasionan problemas; es decir, los procesos que no son monitoreados tarde o temprano sufrirán una caída, obstaculizando asegurar la calidad de los productos.

Lo anterior trajo como consecuencia fijar un par de objetivos: Asegurar que todos los procesos cumplan consistentemente con las especificaciones establecidas por la compañía y establecer los lineamientos generales para la aplicación del Control Estadístico del Proceso (CEP) y del Monitoreo y Control (MC).

Para cumplir con estos objetivos, en cada corrida de producción se tomaron 60 muestras, para cada una de las presentaciones que maneja la compañía, se tomó una

botella cada minuto durante 60 minutos y posteriormente se analizaron los atributos de cada una.

Cada muestra consistió en una sola determinación y el método se describe brevemente a continuación.

Los métodos de control estadístico que nos proporcionan una forma de ilustrar y controlar la calidad utilizan las siguientes herramientas:

- Recolección de datos.
- Clasificación de datos.
- Presentación de los datos en: forma textual, tabular y gráfica.
- Análisis de datos.
- Presentación de resultados y aplicación del Control Estadístico del Proceso.
- Implementación del Monitoreo y Control con la aplicación de gráficas en el lugar de trabajo.
- Gráficas de control \bar{X} -R
- Histogramas.
- Diagramas de Pareto.

El Monitoreo y Control de procesos nos permite conocer si los procesos clave dentro de la planta se encuentran bajo una distribución normal, esto nos asegura una mejora continua de nuestros procesos mediante el uso de herramientas de control estadístico de procesos.

Ambos, Control estadístico del proceso y el Monitoreo y Control (CEP y MC) nos permiten identificar de forma preventiva áreas de oportunidad en los procesos los cuales al mejorarlos, aseguramos la calidad de nuestros productos.

Por último por medio de la utilización de herramientas estadísticas se podrá predecir con cierto grado de confiabilidad el comportamiento de un proceso.

3. MARCO TEÓRICO.

El término "estadística" se derivó originalmente del vocablo "estado", porque ha sido función tradicional de los gobiernos centrales llevar registros de población, nacimiento, defunciones, profesiones, cosechas, y muchas clases de cosas y actividades.

La estadística, es la rama de las matemáticas que se ocupa de reunir, organizar y analizar datos numéricos y que ayuda a resolver problemas como cuando se aplica el diseño de experimentos y la toma de decisiones. Es concebida popularmente como columnas de cifras o gráficas, asociadas principalmente con promedios, este concepto se aproxima mucho a la definición tradicional de estadística: colección, organización, resumen y presentación de datos numéricos(1)

Como un procedimiento de toma de decisiones, la estadística es de importancia creciente en varios campos, por ejemplo, en la producción industrial, biología, medicina, economía, política, etc.

La Estadística puede dar respuesta a muchas de las necesidades que la sociedad actual nos plantea. Su tarea fundamental es el análisis de datos, con el objetivo de representar la realidad y transformarla, predecir su futuro o simplemente conocerla.

El Control de Calidad permite medir las características de la calidad de un producto, compararlas con ciertos requisitos y tomar decisiones correctivas si hay diferencias entre el funcionamiento real y el esperado. Con estudios estadísticos aplicados a la

Agricultura y a la Pesca podemos estimar los rendimientos obtenidos en una cosecha, o encontrar bancos de peces (6).

En Medicina e Investigación farmacológica es imprescindible la Estadística, probando nuevos tratamientos en grupos de pacientes o bien, obteniendo conclusiones sobre ciertas enfermedades observando durante un tiempo un grupo de pacientes (saber si para el tratamiento de cierto tipo de cáncer es más efectiva la cirugía, la radioterapia o la quimioterapia, sin más que observar un grupo de pacientes tratados con estas técnicas) (2).

En la edad media y hasta el año 1800, el abastecimiento de servicios y producción de artículos estaban limitados esencialmente a individuos, o cuando mucho a grupos de varias personas. El obrero o los obreros controlaban en forma individual la calidad de los productos; con la peculiaridad de que el individuo era a la vez el productor y el inspector. El resultado fue que las normas de calidad eran determinadas por el mismo obrero y el tomaba las decisiones relativas a la conformidad entre la calidad del producto o servicio y las necesidades del consumidor.

En la década de 1920 a 1930 con el advenimiento de la industrialización a finales del siglo XIX y principios del XX, aumentó la complejidad de la producción y el desarrollo tecnológico creó la necesidad de formar grupos de trabajadores para realizar tareas similares o específicas. Con esto empezó la era del supervisor. Las empresas industriales eran relativamente pequeñas y el propietario estaba físicamente presente, así sabía lo que sucedía en la empresa; por tanto, era él quien establecía las normas y tomaba las decisiones clave relativas al control de calidad. No obstante, se necesitaban administradores para supervisar el trabajo de los grupos que se formaban, a fin de

asegurar que la calidad de su trabajo y del producto satisfacía las normas y metas establecidas.

El principal avance en la década de 1930 a 1940 fue la aplicación creciente de las técnicas del muestreo de recepción en la industria y la difusión de los métodos diseñados en los Estados Unidos de Norteamérica y en el extranjero. En esta época no sólo se dio la aplicación industrial de estas técnicas sino también de las ideas de Shewhart. Para asegurar la aceptación de las teorías del control estadístico de la calidad, por parte de la industria estadounidense, a mediados de la década de 1930 surgió el interés internacional por el control de calidad. Scanlon propuso el concepto a través de la motivación y participación del empleado, que se denominó plan Scanlon, el aspecto esencial de este plan consistió en reunir a sus empleados con sus supervisores para que de manera colectiva estudiaran la forma de mejorar la calidad general de la vida laboral.

En las últimas décadas del siglo XX, los conceptos de Calidad han evolucionado hasta el punto de referirse solamente a la fabricación de productos, a abarcar el sistema de gestión de la totalidad de la empresa. Incluso la definición de Calidad ha sufrido una transformación radical desde que se decía que era la adecuación a una especificación, hasta el momento actual en que Calidad es sinónimo de satisfacción del cliente (10).

Remontándose en los tiempos, en los años 1940 se hablaba de inspección, de tal modo que todos los productos finales se probaban 100% para intentar asegurar la ausencia de defectos. Eran los tiempos en que en las fábricas, más del 10% del personal realizaba trabajos de inspección. Al final de esta década y comienzo de la siguiente, el desarrollo de las técnicas estadísticas supuso la aplicación de planes de muestreo que hicieron posible mantener los niveles de defectos controlados y que

permitieron importantes reducciones de personal; en esta época Calidad se definía como la adecuación de un producto a su uso (Evans, 1995).

En paralelo con la evolución de los Sistemas de Calidad, fueron apareciendo diferentes normativas internacionales. En Estados Unidos de Norteamérica el ejército norteamericano publicó en la década de los 1940 sus Military Standard (normas MIL-STD) que se aplicaron en las inspecciones de recepción de sus compras. Posteriormente fueron apareciendo diferentes normas, como la DIN en Alemania, y se crearon diferentes comités internacionales de normalización.

Posteriormente, en los años 1960, los departamentos de Calidad tenían como función el Aseguramiento de la Calidad y tuvieron un fuerte desarrollo, apoyados en la creación de ingenierías, compuestas por personal con importantes conocimientos en técnicas de Calidad y con fiabilidad, que empezaron a dirigir sus esfuerzos hacia la prevención de los defectos (24).

Los conceptos de Calidad se empezaron a aplicar fuera de las áreas de fabricación, intentando en las fases de diseño desarrollar productos que fueran confiables, fáciles de probar durante las etapas de fabricación e instalación y buscando la implantación de procesos cuya capacidad asegurara la Calidad final de los productos. En esta misma década de 1960, se empezaron a manejar conceptos con los que actualmente se está familiarizado como manual de Calidad, control de procesos, auditorías de Calidad, cero defectos, etc.

De acuerdo con Ivancevich (1997), ya en esta época los japoneses habían lanzado y estaban implantando sus teorías sobre Calidad Total en el conjunto de la empresa y habían asumido los planteamientos sobre la eficacia del trabajo en grupo, con la implantación masiva de los Círculos de Calidad y de los Grupos de Mejora, compuestos

por personal generalmente de diferentes áreas, que analizan las causas de los problemas más importantes y buscan su solución (8).

En la década de 1970, en las empresas japonesas ya estaban establecidos principios como "La Calidad es responsabilidad de todos" y "Hay que hacer las cosas bien a la primera" y era frecuente hablar de "cliente interno". Todos estos conceptos fueron adaptándose a lo largo de la década de 1980 en el resto de mundo, al observarse el excelente resultado que habían dado en Japón. Por otra parte, aparecieron nuevas técnicas e ideas que pudieron ser adoptadas por el sector de servicios que había estado al margen de esta evolución.

A finales de la década 1980 y comienzos de la década 1990, las empresas necesitaron demostrar a sus clientes que los Sistemas de Calidad que tenían implantados garantizaban la Calidad de sus productos y servicios, como consecuencia de esta necesidad y utilizando la existencia de la normativa internacional y de organismos nacionales de certificación, empezaron a solicitar certificados que aseguraban que cumplían los requisitos de las citadas normas.

En la década de 1990, la liberalización de los mercados, las nuevas tecnologías, el incremento de la competencia y la necesidad de realizar drásticas reducciones de costes, han hecho surgir en muchas empresas programas de implantación de Sistemas de Gestión de Calidad Total, con el objetivo fundamental de aumentar la competitividad y de satisfacer las expectativas de los clientes.

En estos programas las compañías se "orientan al cliente", consiguen la involucración de todo el personal con los objetivos, fomentan el trabajo en equipo, establecen planes de mejora permanente y en ellas los directivos dan el ejemplo con su forma de actuación, participando y dirigiendo las actividades citadas (14).

La evolución de conceptos anteriormente mencionada y la consideración de la Calidad como herramienta prioritaria para conseguir el éxito en la gestión de las empresas, han sido las claves para el desarrollo de modelos de gestión de Calidad Total. El primer modelo desarrollado fue el de la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros que concede anualmente el premio Deming (24)

En Occidente los modelos de más prestigio son el que aplica la Administración de los Estados Unidos de Norteamérica para otorgar el premio Malcolm Baldrige y el desarrollado por la European Foundation for Quality Management (EFQM), organización creada en 1988 y que agrupa actualmente a más de quinientas empresas europeas, que concede anualmente su premio a la empresa que consigue una mejor evaluación, de acuerdo con los criterios que ha establecido (Stebbing, 1991) (13).

Laboucheix (1997) expresa que la estructura de modelo de la EFQM está basada en que las empresas para su supervivencia deben conseguir y mantener buenos resultados, tanto económicos como de satisfacción de sus clientes, de su personal y de la sociedad en la que están implantadas; además de valorar estos resultados, también tiene en cuenta la forma de conseguirlos, evaluando la implicación de los directivos en la cultura de Calidad Total y la influencia de éstos en las políticas, estrategias y forma de trabajo del personal y a los distintos recursos que se utilizan (24)

Por supuesto, la forma de gestionar los procesos también se consideran y se valoran como un criterio más a aplicar. Dentro de este modelo, el criterio que tiene mayor peso es la satisfacción de los clientes (20% de total), seguido de los criterios relativos al personal, ya que se valora no sólo la forma de trabajo de los empleados, sino su nivel de satisfacción en el trabajo. En la época actual, se ha dado énfasis al concepto de Calidad Total, que necesita del recurso humano para lograr una mejor competitividad

empresarial. Movilizar todos los recursos humanos y obtener lo mejor de ellos, constituye un reto importante en el desarrollo de las empresas.

En la Calidad Total es necesario definir una planeación estratégica para hacer que converjan las energías de la empresa hacia un porvenir común y proporcionarle la adaptabilidad a los cambios incesantes de los mercados. Cuánto más aumenta la complejidad de las empresas, más sofisticados son los productos, más perturbador resulta el entorno y más debe incrementar la empresa su capacidad de reacción.

En este contexto de complejidad creciente y la búsqueda de una eficacia mayor invitan a la cooperación conjunta de los asociados de la empresa, internos y externos, con vistas a la realización de un proyecto común. (Laboucheix, 1997).

La capacidad de reacción de la empresa ante la competencia y los clientes es perseguida constantemente, adaptándose a la necesidad del cliente y, por consiguiente, tener de modo permanente las estructuras y la organización más aptas para reaccionar son características de una empresa con Calidad Total.

La empresa es más eficaz, cuando llega a personalizar su respuesta para la necesidad de cada cliente, cuando conoce por anticipado una necesidad potencial no expresada todavía. Pero la Calidad no es simplemente un conjunto de técnicas o de métodos, es también un estado de espíritu que debe traducirse en una modificación del comportamiento del personal. Sin la integración de éste, la mejora de la Calidad presenta el carácter de un sistema inanimado (en el sentido literal del término: sin alma) y que, en consecuencia es poco aplicado; de aquí la complejidad de la implantación de la Calidad Total, que sin lugar a dudas, es el arma competitiva de las empresas en el presente siglo (16).

Ante la globalización de los mercados, el concepto de Calidad es aplicado ampliamente en las diversas áreas que componen a las empresas, con la finalidad de mantener a sus clientes y atraer a otros, con el objetivo de incrementar su rentabilidad (9).

Como se observó, el desarrollo de la Calidad ha tenido diferentes vertientes, desde la comparación de los productos con especificaciones, pasando por conceptos de cero defectos y círculos de Calidad hasta lo que se conoce como Calidad Total, por lo que dicho concepto ha estado en una posición importante en la dinámica de las empresas.

Los continuos esfuerzos que realizan las compañías para implantar un modelo de gestión de Calidad, se ven reconocidos por los premios que en diversos países se conceden, al cumplir con ciertos estándares orientados a la satisfacción del cliente al menor costo, para ello, se requiere también dar respuestas rápidas a las necesidades del mercado.

Parte importante de la implantación de la Calidad en las empresas es el factor humano, que debe estar preparado ante los cambios de las necesidades de los mercados, de las tecnologías y dar en todo momento soporte a la misión de la empresa. Esta preparación no sólo debe ser científica o tecnológica, sino también ética y con principios morales, lo que permite consolidar aún más la Calidad Total. Se considera que el primer paso para iniciar el camino hacia la Calidad es estar convencido de ella, y planear estratégicamente de manera integral y actuar de forma local (11).

CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO.

El control Estadístico de Proceso, es un conjunto de procedimientos basados en técnicas estadísticas y se ha utilizado por décadas en la industria. Muchas compañías regulan la calidad de sus productos por medio de estos procedimientos(4)

Sin embargo, la Historia nos muestra que el uso generalizado del Control Estadístico del Proceso casi llegó a su fin en los años cincuenta o sesenta, aunque las razones de ello nunca quedaron del todo claras. Se cree que debido a que los negocios marchaban tan bien en todos los sectores de la economía desde que terminó la Segunda Guerra Mundial hasta fines de los años setenta, pocos gerentes sintieron la necesidad de usar cualquier técnica diseñada para mejorar la calidad. Así, se permite la "interferencia" en el flujo de producción sólo cuando se presentaban problemas serios. En este tiempo, los ingenieros de calidad contaban con técnicas estadísticas para solucionar problemas, pero una vez resueltos los problemas, los gerentes de producción desechaban dichas técnicas(3).

Es usual considerar el control estadístico del proceso (CEP) como un conjunto de herramientas de solución de problemas que puede aplicarse en cualquier proceso. Las principales herramientas del CEP son:

- El histograma.
- El diagrama de Pareto.
- El diagrama de causa efecto.
- Las gráficas de control.
- Los diagramas de dispersión.
- La capacidad del proceso.

Si bien estas herramientas son parte importante del CEP, en realidad sólo incluyen el aspecto técnico del tema. El CEP es una actitud (un deseo de todos los individuos en la organización para el mejoramiento continuo de la calidad y productividad por medio de la reducción sistemática de la variabilidad). El diagrama de control es la más poderosa de las herramientas del CEP. (7)

HISTOGRAMA.

Los histogramas de frecuencia son la técnica estadística más simple, son una forma conocida y fácil de observar las desviaciones que se encuentran al cuantificar la dimensión de una variable. Hay muchos problemas de calidad que pueden resolverse usando esta herramienta.

Un histograma es el gráfico estadístico que se utiliza para representar datos continuos cuando vienen agrupados en intervalos. Sobre cada uno de estos intervalos se levanta un rectángulo tan ancho como el intervalo y de forma que su área sea proporcional a su frecuencia, normalmente se construye de forma que el área de cada barra sea igual a la correspondiente frecuencia relativa (12).

El histograma de frecuencia podrá hablar de la distribución principal de frecuencia del proceso, sin decir nada con respecto al tiempo.

Los histogramas de frecuencia y las gráficas de probabilidad sirven para comparar dimensiones variables contra la especificación y para conocer la forma de la distribución de los datos.(2)

El histograma es una representación visual de los datos, en la que pueden observarse más fácilmente tres características:

- Forma.
- Acumulación o tendencia central.
- Dispersión o variabilidad.

Hay muchos métodos para construir histogramas. Cuando los datos son numerosos, es muy útil reunirlos en clases o intervalos. En general:

a) Se recomienda utilizar entre 4 y 20 intervalos (o clases), a menudo conviene elegir un número total de clases aproximadamente igual a la raíz cuadrada del tamaño de la muestra.

b) Las clases deben de tener amplitud uniforme.

c) Se empieza con un límite inferior de clase sólo un poco menor que el valor más pequeño de los datos. (4)

El histograma se utiliza cuando se quiere comprender mejor el sistema, específicamente al

- Hacer seguimiento del desempeño actual del proceso.
- Seleccionar el siguiente producto o servicio a mejorar
- Probar y evaluar las revisiones del proceso para mejorar.
- Por necesidad de obtener una revisión rápida de la variabilidad dentro de un proceso.

Desde un sistema estable, se pueden hacer predicciones sobre el desempeño futuro del sistema; ejemplo un equipo para realizar mejoras utiliza un histograma para evaluar la situación actual del sistema y para estudiar resultados, la forma del histograma y la información estadística le ayuda al equipo a saber como mejorar el sistema. Después de que una acción para mejorar es tomada, el equipo continua corrigiendo datos y haciendo histogramas para ver si la teoría y la práctica han funcionado (25).

DIAGRAMA DE PARETO.

El Diagrama de Pareto constituye un sencillo método gráfico de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas, proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas, ayuda a evitar que se empeoren alguna causas al tratar de solucionar otras. Su formato, altamente visible proporciona un incentivo para seguir luchando por más mejoras; determina cuál es la causa clave de un problema, separándola de otras presentes pero menos importantes, contrasta la efectividad de las mejoras obtenidas, comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes.

Pueden ser asimismo utilizados tanto para investigar, los efectos como causas y comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre causas, efectos y costos de los errores (22).

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El diagrama de Ishikawa o Diagrama Causa-Efecto, es una herramienta que ayuda a identificar, clasificar y poner de manifiesto posibles causas, tanto de problemas específicos como de características de calidad. Ilustra gráficamente las relaciones existentes entre un resultado dado (efectos) y los factores (causas) que influyen en ese resultado.

Permite que el grupo se concentre en el contenido del problema, no en la historia del problema ni en los distintos intereses personales de los integrantes del equipo, estimula la participación de los miembros del grupo de trabajo, permitiendo así aprovechar mejor el conocimiento que cada uno de ellos tiene sobre el proceso y ayuda a determinar las causas principales de un problema, o las causas de las características de calidad, utilizando para ello un enfoque estructurado, incrementando el grado de conocimiento de un proceso (15).

GRÁFICAS DE CONTROL (MONITOREO Y CONTROL).

Para lograr el control de los procesos se utilizan varias técnicas estadísticas, aunque la más importante es la que se conoce como "GRÁFICAS DE CONTROL", creadas por Walter Shewhart. Una gráfica de control no implica una inspección al 100% del producto terminado, este tipo de inspección representa, en la mayoría de los casos, un gasto fuerte que en última instancia es el consumidor quien la paga, además el cansancio de una revisión continua y permanente hace que los resultados de la inspección no sean confiables. La aplicación práctica del control estadístico del proceso requiere la utilización de datos generados por el mismo proceso que se desea controlar (17)

Para conocer el comportamiento de un proceso cualquiera se tienen 3 posibles opciones:

- a) Observar y medir el comportamiento del proceso una vez tomando una pieza producida y basándose en dicha observación asumir el comportamiento del proceso.
- b) Observar y medir la totalidad de lo producido en el proceso para obtener una verdadera realidad de su comportamiento.
- c) Observar parte de lo producido en el proceso y utilizar esa información para inferir el verdadero comportamiento del mismo.

Si se selecciona la opción (a) estaríamos conociendo el verdadero comportamiento de todas las demás piezas que el proceso ha producido durante un periodo de tiempo.

Si se selecciona la opción (b) estaríamos conociendo el verdadero comportamiento del proceso, dado que observaríamos y mediríamos la totalidad de lo producido, es decir lo que se conoce en términos estadísticos como la población total o universo pero si hubiera un error, se tendría que desechar todo el lote (todo lo producido) y las pérdidas

serían cuantiosas. Aunque estadísticamente es la opción con menor riesgo de error, en términos prácticos generalmente es una opción imposible de llevar a cabo, en lugar de observar la población completa lo que debemos hacer es utilizar la opción (c), es decir, tomar una parte de lo producido y con base en el comportamiento de esos datos suponer o inferir el comportamiento total, a esta actividad se le llama "muestrear el proceso" y al conjunto de productos seleccionados del total de los producidos se le llama "muestra" (18).

La función de una muestra es entonces representar a la población total de donde fue extraída y cuando una muestra es representativa del total se conoce como "muestra estadística". (3)

Las gráficas de control, sus límites de control y la forma de interpretarlas son herramientas estadísticas que se basan en unos cuantos principios fundamentales fáciles de entender.

El principal uso de las gráficas de control es para demostrar que el proceso está operando dentro de un control estadístico (es decir, todos los puntos de la gráfica quedan dentro de los límites superior e inferior de control, pero aún así se producen partes fuera de especificación, cuando esto sucede se pierde tiempo al tratar de solucionar el problema ajustando el proceso. Es posible hacer estos ajustes o tomar estas acciones correctivas sólo cuando están presentes las causas asignables (19).

Cuando un proceso está bajo control estadístico, la única variación observable en el proceso es debido a causas fortuitas. Incluso aquellas partes que han quedado fuera de los límites de especificación son resultado de la probabilidad.

Por otro lado, si la gráfica de control indica que el proceso está fuera de control estadístico, indica la presencia de una causa asignable, que puede localizarse y corregirse.

Las gráficas de control indican si el proceso está o no bajo control estadístico, pero no como mejorarlo.

A menudo se dice que el 85 % de los problemas de calidad tienen solución gerencial y el 15 % tienen solución de piso. Los métodos estadísticos de control de calidad ayudan a detectar la existencia de causas asignables o de soluciones que deben de tomarse en el taller que por lo general se identifican y corrigen.

Una gráfica de control ya sea para mediciones o atributos, consiste en una línea central correspondiente a la calidad promedio a la cual debería de funcionar el proceso cuando se encuentra presente el control estadístico, y dos límites de control denominados límite de control superior e inferior.

Las gráficas de control pueden indicar que hay que permitir que el proceso se desarrolle con normalidad, o que se ajuste o corrija; En el primero de los casos, parece estar presente sólo la variación inherente, en el segundo caso, una causa asignable está alterando el proceso.

La gráfica de control de media y rango (X,R) se utiliza cuando se tienen datos variables (información basada en medidas) (23)

Los límites de control se seleccionan de manera que los valores que queden entre ellos pueden atribuirse a variación aleatoria, en tanto que los valores que queden fuera de ellos pueden considerarse como indicadores de falta de control estadístico. El enfoque general consiste en tener periódicamente una muestra aleatoria del proceso, calculando alguna cantidad adecuada, y graficando esa cantidad en la gráfica de control. Cuando un valor muestra queda fuera de los límites de control, se investiga cual pudiera ser la causa determinable de variación. Sin embargo, aun si un valor muestra queda entre los límites de control, alguna tendencia u otro patrón sistemático

podrían indicar que resulta necesaria alguna acción, generalmente para evitar problemas más serios. Las muestras deberán seleccionarse de manera tal que cada una sea homogénea como sea posible, y maximizando al mismo tiempo la oportunidad para que se presenten variaciones debidas a una causa determinable. (5)

Los puntos dentro de los límites de control significan que sólo la variación inherente está presente y no se requieren ajustes al proceso. Los puntos fuera de los límites de control, así como ciertos patrones dentro de los límites, indican la presencia de causas asignables. En este caso se deben de investigar las causas (máquina, material, método, medio ambiente, operario) y corregirlas.

Cuando el proceso está bajo control estadístico, se determina si la variación inherente es tan pequeña que el producto cumpla con las especificaciones, los límites de control no tienen ninguna relación con las especificaciones. Una gráfica de rango dice si la variación del proceso es estable o no lo es. Si es estable, se puede revisar para ver que tan bien cumple el producto con las especificaciones. (2)

La capacidad de las máquinas o de los procesos puede describirse por medio del índice y la relación de capacidad. Ambos métodos usan cifras para describir la dispersión de la máquina o del proceso en relación con la tolerancia de la especificación.

El índice de capacidad también indica la relación del promedio con los límites de la especificación. Cuando se utiliza la relación de capacidad para describir la capacidad de una máquina o de un proceso, se precisa información adicional para indicar si la máquina o el proceso es capaz de operar de modo actual, o si se requiere ajustar la media en un nuevo nivel para lograr dicha capacidad.

El análisis de la capacidad está dividido en dos tipos: estudios de capacidad de la máquina u operación, y estudio de capacidad total de proceso.

Ambas técnicas usan los mismos métodos estadísticos, que se basan en los seis principios básicos del método estadístico para control de calidad (1. No hay dos cosas exactamente iguales, 2. Las variaciones en un producto o proceso son medibles, 3. Las cosas varían de acuerdo con un patrón determinado, 4. Cada vez que se miden cosas del mismo tipo, la mayoría de las lecturas tienden a agruparse hacia el centro, 5. Es posible determinar la forma de la curva de distribución para las partes fabricadas por un proceso y 6. Las variaciones debido a causas asignables tienden a deformar la curva normal de distribución) (20).

Un estudio de capacidad de máquina analiza la variación de una dimensión provocada por una máquina u operación. Por lo general, esta máquina es sólo parte del proceso total. Un estudio de capacidad de máquina cubre un período relativamente corto.

Un estudio de capacidad de proceso analiza la variación de una dimensión causada por todos los pasos de un proceso y analiza el resultado durante un período adecuado, por lo general, treinta días o más, la estimación de la capacidad de una máquina o de una operación se basa en el rango promedio de medidas en muestras pequeñas tomadas de la operación y está basado en la distribución de las medidas individuales en torno a la media general (21).

4. PROBLEMA RESUELTO.

Las pérdidas económicas por derrames de producto terminado así como los tiempos de paro de líneas para corregir un problema son muy costosos, ambos, ocasionan una falta de cumplimiento a las normas de calidad en el embotellado y una incertidumbre en el control del proceso.

Lo anterior originó un estudio estadístico del proceso de embotellado y de los equipos con el propósito de asegurar la calidad del producto.

El monitoreo y control (MC) de los procesos nos permitió en primera instancia conocer si las variables se distribuían en forma normal, esto nos aseguraba una mejora continua de nuestros productos mediante el uso de herramientas de Control Estadístico del Proceso (CEP).

En segundo plano nos permitió identificar los equipos con mayor variabilidad de manera de calibrarlos, redundando en la mejora de calidad de los productos.

Por medio de la utilización de herramientas estadísticas se pudo predecir con cierto grado de confiabilidad el comportamiento del proceso.

El enfoque de prevención constituyó la esencia de la mejora continua, el objetivo no fue la inspección, ni separar el producto bueno del malo sino controlar y mejorar el proceso, detectando los elementos que necesitaban ajuste o estuvieran fuera de control. Su aplicación y efectividad son producto de técnicas estadísticas, también se establecieron las condiciones de operación óptimas en términos de:

1. Personal adecuado para el puesto.
2. Equipo en condiciones idóneas.
3. Mantenimiento y calibración de equipos e instrumentos de medición y
4. Materias primas dentro de especificaciones.

Por otro lado se identificaron los puntos de control y variables terminales a los cuales se les determinó aplicar el Monitoreo y Control (MC) en lo sucesivo.

5. OBJETIVO.

Asegurar que todos los procesos de embotellado cumplan consistentemente con las especificaciones establecidas por la compañía.

Establecer los lineamientos generales para la implementación del Control Estadístico del Proceso (CEP) y del Monitoreo y Control (MC) en el proceso de embotellado.

6. DISEÑO EXPERIMENTAL.

POBLACION. La población de estudio fueron todos los productos de dos litros no retornables y dos litros retornables que se produjeron en tres líneas de producción.

Se definieron los criterios de muestreo y recopilación de datos, se recomendó como mínimo 60 muestras de cada una de las siguientes variables: Brix (% de sólidos disueltos), carbonatado (% de bióxido de carbono) y contenido neto por presentación y por línea de producción; conservando las mismas condiciones de operación.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN. Las muestras se tomaron una vez que el proceso mostraba un comportamiento estable (mínimo dos horas de producción constante) y sin que se manifestara una falla mecánica o un ajuste a los equipos. Lo anterior fue para productos dos litros retornables y no retornables.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN. Todo el producto obtenido al arranque y al corte de línea no se consideraron por ser la operación inestable.

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN. Todas las muestras que por alguna razón perdían sus propiedades originales por fugas o mal determinación se eliminaron para evitar resultados falsos.

EQUIPO Y MATERIAL.

Baño María marca Grant modelo W38.

Baño María marca precisión modelo 182.

Pirómetro marca Raytec modelo Raynger ST2XEGE

Batidora marca Oster modelo 440-20

Ultrasonico marca Branson modelo 1510R-MT.

Termómetros marca Taylor modelo 6331 con escala de -30 a 50° C.

Termómetros certificados marca Taylor modelo 6331 SAMA CT10 con escala de -20 a 150° C.

Densímetro marca APPAAR modelo DMA 48 y DMA 58.

Manómetros marca Ashcroft con escala de 0 a 60 psi

DISEÑO ESTADÍSTICO. El diseño fue un diseño de muestreo sistemático, observacional, descriptivo y de control de calidad.

MÉTODO. Se determinó la variable terminal que se debía controlar. Esta variable o atributo debía de seleccionarse partiendo en primera instancia de las especificaciones establecidas en el manual de bebidas en donde se establece que los procesos de proporción (% de sólidos disueltos), carbonatado (% de bióxido de carbono) y llenado (contenido neto) deben de cumplir con una Capacidad Potencial del Proceso (Cp) mayor o igual a 1.33 y una exactitud en brix (% de sólidos disueltos) menor o igual a 0.004, en ensayo especial menor o igual a 1.5%, en carbonatado (% bióxido de carbono) menor o igual a 0.07 volúmenes, en cuanto a contenido neto en volúmenes mayores a un litro menores o iguales a 0.7% y en menores a un litro menor o igual a 0.4.

Una vez determinada la variable terminal, se usaron los diagramas de Pareto y de Ishikawa para determinar todas las variables causales que influían en la variable terminal.

Una condición importante es que estas variables de control podían ser medidas para poder determinar su comportamiento estadístico.

Una vez establecida la variable terminal y las variables que contribuyen, se determinó el número de muestras que se iba a tomar y el lapso de tiempo en el que duraría la toma de muestras, el número de muestras que se tomaron fue de 60.

Una condición importante fue que durante la toma de datos no debía manipularse el proceso, por lo que la toma de muestras se dio cuando existían condiciones normales de operación, no se permitió realizar ajustes durante la toma de muestras, las condiciones debían determinarse a partir de la experiencia del operario del proceso y con apoyo del jefe del área y del facilitador, en caso de que se presentara una situación anómala se dejaba de tomar las muestras y se procedía a repetir la prueba, también fue importante anotar cualquier observación de causa de variaciones de situaciones del medio ambiente que afectaran el proceso.

Se elaboró la tabla de recolección de datos, en ella aparecía la variable terminal y las variables que la afectaban. A efecto de que el tiempo de muestreo fuera aleatorio, se usó la tabla de números aleatorios.

Una vez determinado el tiempo se procedió a la toma de muestras, se anotó en la tabla los valores de las variables que afectaban la variable terminal con el fin de establecer la correlación con la variable terminal o atributo.

Una vez que se terminó de recolectar los datos o bien durante su recolección se determinó el valor de la variable terminal o del atributo.

La toma de datos y el análisis de las muestras lo realizó una sola persona previamente capacitada con el fin de evitar errores atribuibles al personal. Además de que el equipo que se utilizó debería de estar calibrado.

Con los datos obtenidos se estableció la relación entre las variables causales y las variables terminales mediante un gráfico XY.

Una vez recolectados los datos, se procedió a determinar el histograma de frecuencias y los resúmenes estadísticos como la media, la mediana, la desviación estándar para cada variable, así mismo se determinó si su comportamiento correspondía a una distribución normal.

Para determinar la capacidad del proceso se utilizaron de las especificaciones señaladas en su gráfica de control y se aplicó la siguiente fórmula: $C_p = (LSE - LIE) / 6\sigma$.
Capacidad Potencial del Proceso = (Limite Superior de Especificación - Limite Inferior de Especificación) / 6σ .

Para que un proceso fuera capaz, el C_p debía ser igual o mayor a 1.33. Esta condición debía ser cumplida por la variable terminal, si el comportamiento de la variable terminal presentaba una distribución normal y además cumplía con el C_{pk} (Capacidad Real del Proceso) entonces el proceso podría considerarse capaz y controlado, en caso contrario debía de realizarse un plan de trabajo para meter a control la variabilidad del proceso.

Si el proceso era capaz se determinaban los límites de control para las variables y se elaboraron los gráficos de control.

GRÁFICOS DE CONTROL. Se capacitó al responsable del proceso para el manejo correcto de la gráfica de control y se definieron los patrones de comportamiento anormal en un gráfico:

- Tendencia : Cuando 7 o más puntos consecutivos eran ascendentes o descendentes se decía que tenía una tendencia
- Acercamiento a los límites de control: Cuando existían puntos que se aproximaban a los límites de control 3 sigma (3 veces la desviación estándar) o si 2 de 3 puntos se presentaban fuera de la línea de 2 sigma (2 veces la desviación estándar)
- Periodicidad: Cuando el gráfico mostraba repetidamente tendencia a subir y a bajar para el mismo intervalo es que había periodicidad.
- Tendencia central: Cuando muchos de los puntos estaban colocados dentro de 1.5 sigma arriba y abajo de la línea central.
- Cambio de nivel o desplazamiento: Es el estado en el cual se presentaban puntos continuamente en un lado del límite de control central. El número de puntos consecutivos fue llamado longitud de la corrida. Si se tenían 7 puntos consecutivos, arriba o debajo de la línea central, se consideraba que el proceso no estaba bajo control estadístico.

HOJA DE MONITOREO Y CONTROL. USO Y MANEJO DEL GRÁFICO DE CONTROL

- I. Antes de iniciar el monitoreo y control del proceso se verificaron las condiciones de operación del proceso.
- II. Se verificaron 5 muestras consecutivas de la variable y se constató que cayeran dentro de la banda de aceptación (la media más o menos 1.5 veces la desviación estándar).
- III. Si la muestra caía dentro de la banda de aceptación se continuaba trabajando.
- IV. Si unas muestras caían en la banda de aceptación y otra en la banda de alerta (la media más el excedente de 1.5 veces la desviación estándar) se verificaba nuevamente 5 muestras consecutivas.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

- V. Si dos o más muestras caían en la misma banda de alerta, se ajustaba la operación y se verificaba 5 muestras consecutivas, hasta que cayeran en la banda de aceptación. Se anotaba la anomalía sucedida y la solución dada.
- VI. Si una pieza caía dentro de la banda de rechazo (fuera de las líneas del promedio más o menos 3 veces la desviación estándar) se paraba la operación, realizaban ajustes y se verificaban al arranque de la operación 5 muestras consecutivas hasta que cayeran dentro de la banda de aceptación, se apartaba todo el producto producido desde la última inspección, se registraba la anomalía sucedida y la solución dada así como generar el registro de la no-conformidad.
- VII. Si se presentaba en forma consecutiva algunos de los patrones de comportamiento anormal más de dos veces en un período de no más de una semana, el responsable del proceso debería informar a su jefe inmediato para generar el registro de no-conformidad
- VIII. Cada proceso debería empezar con el paso 1) al arranque del proceso.

GRÁFICO DE CONTROL.

$\bar{X} + 3.0 \sigma$ (LSE)

$\bar{X} + 1.5 \sigma$ (LSC)

\bar{X}

$\bar{X} - 1.5 \sigma$ (LIC)

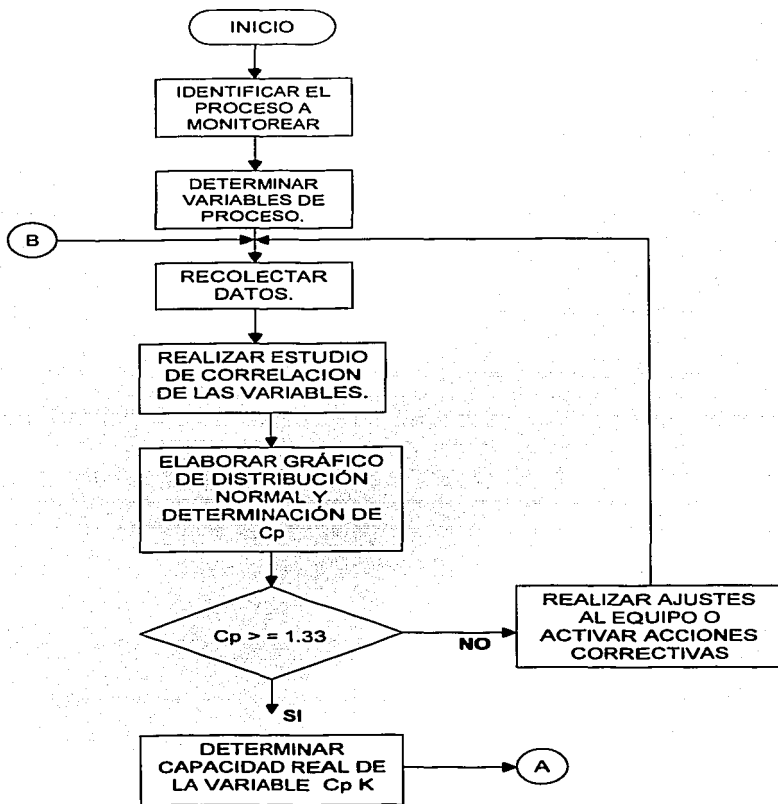
$\bar{X} - 3.0 \sigma$ (LIE)

ZONA DE ALERTA

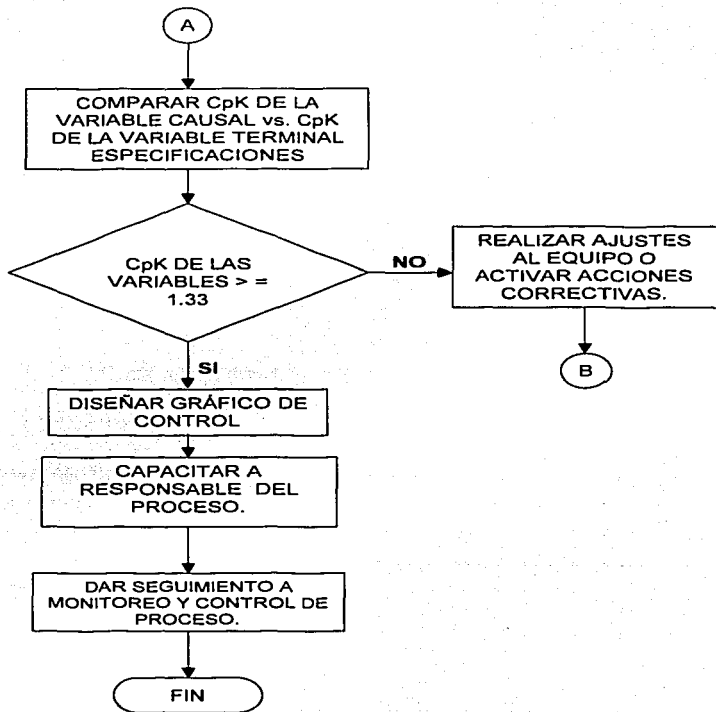
ZONA DE ALERTA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

DIAGRAMA DE FLUJO DE IMPLEMENTACION DE CEP Y MONITOREO Y CONTROL.



TESIS CON
FOLIO DE ORIGEN



TESIS DE
FALLA DE ORIGEN

7. RESULTADOS.

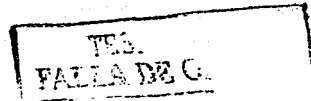
Una vez determinadas las condiciones de operación se procedió a realizar el estudio de control estadístico para cada una de las líneas y de los productos que se embotellan, evitando producto con mala calidad o fuera de normas.

Con cada una de las corridas de producción por línea y producto se obtuvieron datos que sirvieron para realizar el análisis de Control Estadístico del Proceso.

Todos los resultados que se presentan a continuación fueron obtenidos durante una hora de producción sin interrupción y sin modificar las condiciones de operación. Si por alguna razón el producto mostraba una tendencia a salirse fuera de normas se realizaban los ajustes necesarios y se iniciaba nuevamente el estudio.

El estudio de control estadístico del proceso se apoyó en el software spc-tool obteniendo tres tipos de resultados:

- Tabular.
- Capacidad de procesos (gráfica de distribución normal).
- Gráfica de datos (gráfica de arco iris).



Los resultados de estos estudios se presentan a continuación:

TABLA 0 . Relación de productos por línea, sabor y categoría.

Línea 1	Sabor	Categoría
Producto 1	Naranja	No Retornable
Producto 2	Manzana	No Retornable
Producto 3	Toronja	No Retornable

Línea 2	Sabor	Categoría
Producto 1	Naranja	Retornable
Producto 2	Manzana	Retornable
Producto 3	Toronja	Retornable
Producto 4	Limón	Retornable
Producto 5	Cola	Retornable

Línea 3	Sabor	Categoría
Producto 1	Cola	Retornable
Producto 2	Limón	No Retornable

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

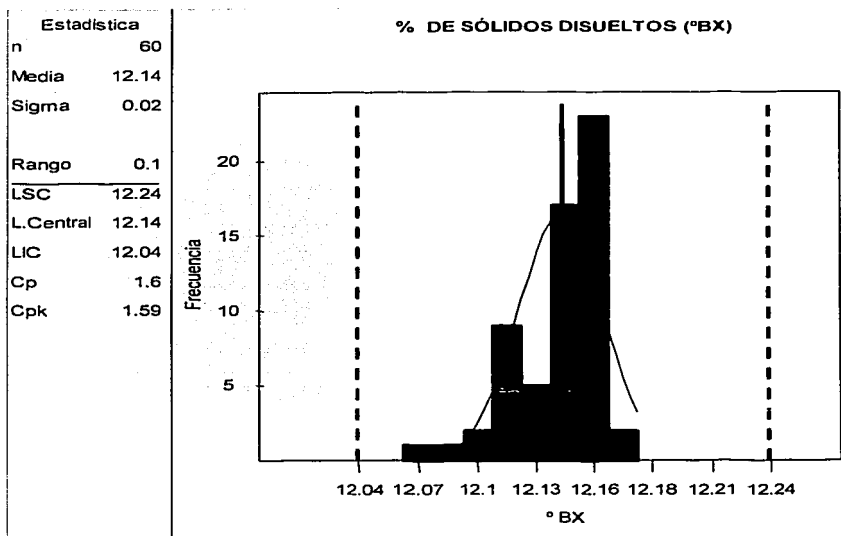
TABLA I. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	12.07	16	12.16	31	12.15	46	12.14
2	12.1	17	12.12	32	12.14	47	12.13
3	12.14	18	12.16	33	12.14	48	12.14
4	12.12	19	12.16	34	12.14	49	12.14
5	12.14	20	12.16	35	12.14	50	12.11
6	12.11	21	12.15	36	12.1	51	12.13
7	12.13	22	12.14	37	12.08	52	12.14
8	12.14	23	12.15	38	12.12	53	12.14
9	12.15	24	12.15	39	12.13	54	12.15
10	12.15	25	12.17	40	12.14	55	12.12
11	12.15	26	12.16	41	12.13	56	12.16
12	12.17	27	12.16	42	12.14	57	12.16
13	12.14	28	12.16	43	12.15	58	12.11
14	12.16	29	12.16	44	12.16	59	12.12
15	12.16	30	12.16	45	12.12	60	12.14

Datos obtenidos de línea 1 producto 1 .

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

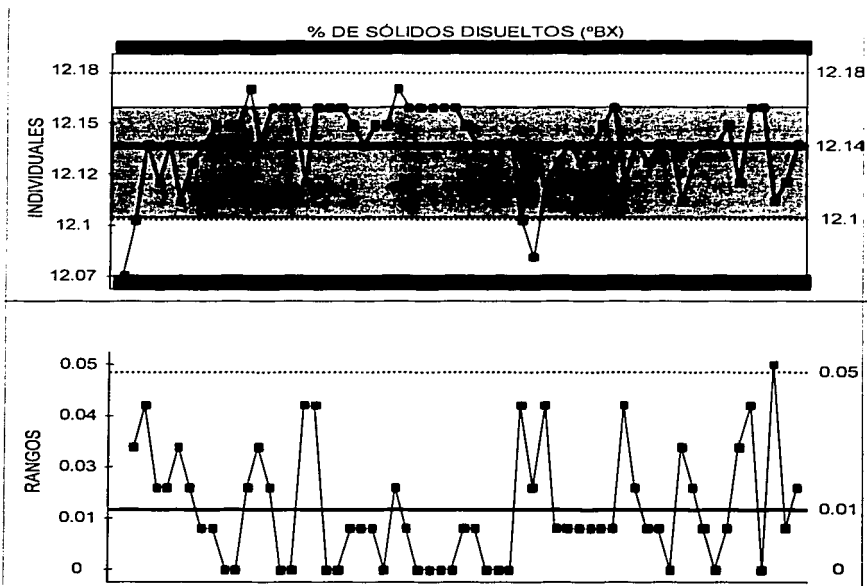
FIGURA 1. Capacidad de proceso de % de sólidos disueltos (°BX)



Datos obtenidos de línea 1 producto 1 .

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 2. Gráfica de control del proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 1 producto 1 .

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

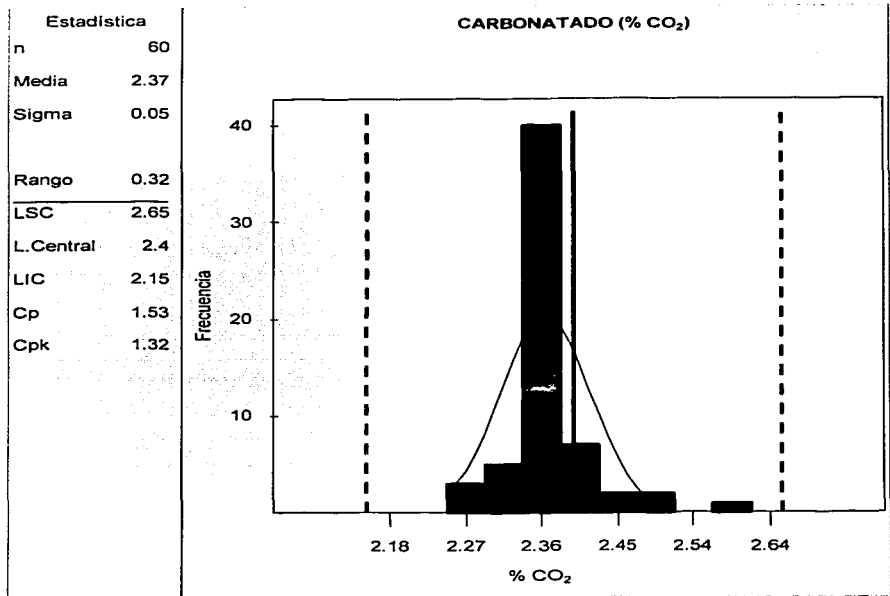
TABLA II. Porcentaje de Bióxido de Carbono expresado en % CO₂.

DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂
1	2.59	16	2.35	31	2.35	46	2.35
2	2.44	17	2.35	32	2.35	47	2.35
3	2.35	18	2.35	33	2.43	48	2.35
4	2.28	19	2.35	34	2.35	49	2.35
5	2.35	20	2.35	35	2.35	50	2.35
6	2.35	21	2.35	36	2.35	51	2.43
7	2.35	22	2.35	37	2.43	52	2.35
8	2.5	23	2.35	38	2.41	53	2.35
9	2.5	24	2.35	39	2.37	54	2.27
10	2.47	25	2.35	40	2.32	55	2.35
11	2.38	26	2.35	41	2.35	56	2.35
12	2.36	27	2.35	42	2.32	57	2.35
13	2.35	28	2.35	43	2.32	58	2.27
14	2.35	29	2.35	44	2.32	59	2.43
15	2.43	30	2.35	45	2.32	60	2.43

Datos obtenidos de línea 1 producto 1.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

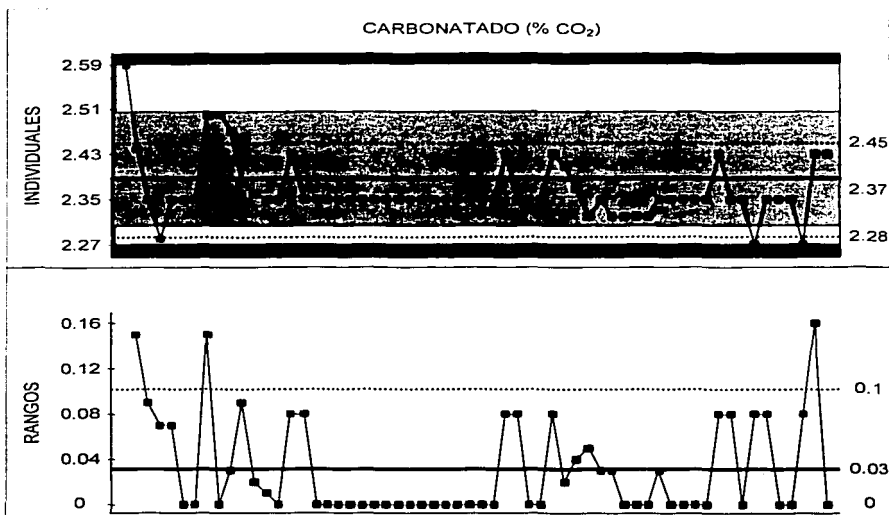
FIGURA 3. Capacidad de proceso en carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de linea 1 producto 1 .

TEST CL 1
 FALLA DE ORIGEN

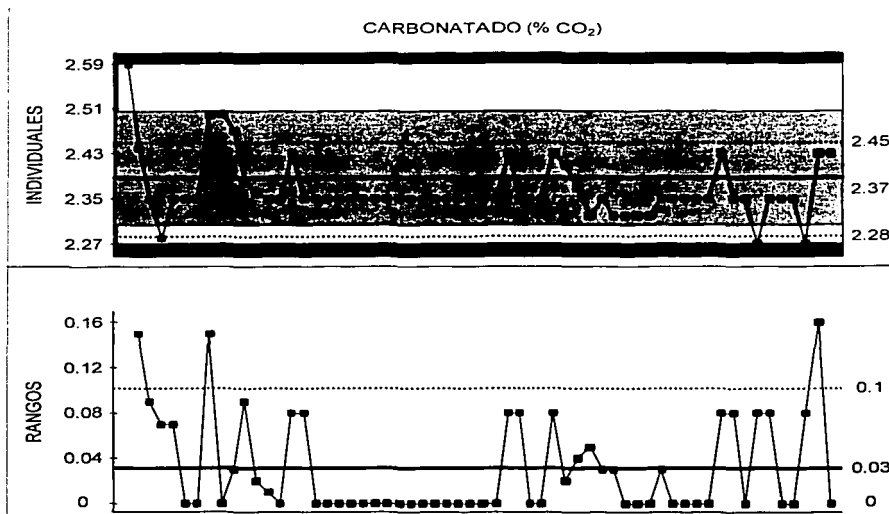
FIGURA 4. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 1 producto 1 .

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 4. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 1 producto 1 .

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

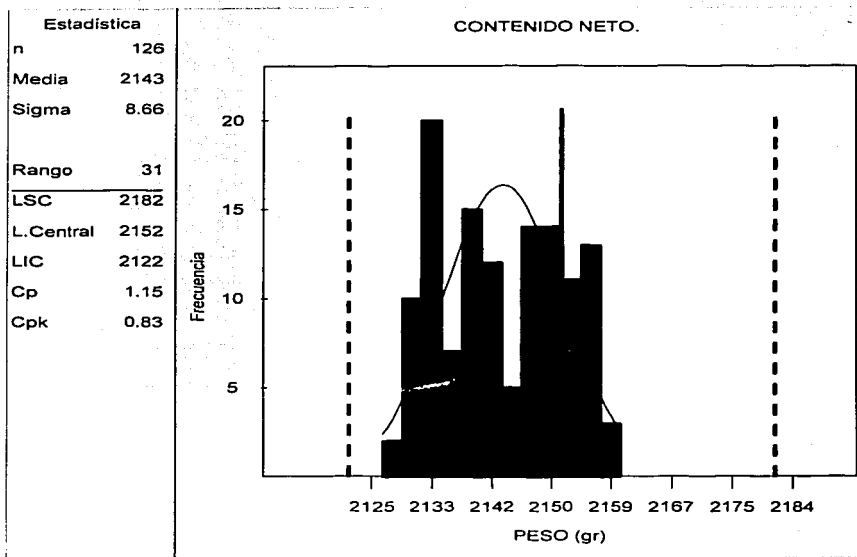
TABLA III. Contenido neto de cada uno de las muestras.

DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2133	33	2135	65	2143	97	2159
2	2135	34	2150	66	2144	98	2138
3	2149	35	2157	67	2137	99	2157
4	2150	36	2134	68	2132	100	2149
5	2138	37	2141	69	2134	101	2148
6	2139	38	2150	70	2140	102	2150
7	2133	39	2152	71	2137	103	2154
8	2149	40	2149	72	2135	104	2133
9	2149	41	2134	73	2131	105	2156
10	2139	42	2134	74	2137	106	2159
11	2128	43	2130	75	2141	107	2146
12	2147	44	2135	76	2131	108	2139
13	2139	45	2132	77	2135	109	2150
14	2137	46	2138	78	2138	110	2153
15	2146	47	2134	79	2149	111	2128
16	2132	48	2135	80	2149	112	2133
17	2149	49	2145	81	2150	113	2154
18	2148	50	2140	82	2157	114	2155
19	2141	51	2138	83	2152	115	2156
20	2142	52	2132	84	2152	116	2137
21	2135	53	2143	85	2133	117	2131
22	2147	54	2143	86	2154	118	2150
23	2149	55	2145	87	2135	119	2153
24	2150	56	2150	88	2156	120	2154
25	2151	57	2141	89	2157	121	2130
26	2155	58	2135	90	2158	122	2151
27	2141	59	2137	91	2139	123	2142
28	2138	60	2133	92	2140	124	2157
29	2131	61	2143	93	2151	125	2157
30	2150	62	2144	94	2153	126	2139
31	2149	63	2137	95	2154		
32	2151	64	2132	96	2136		

Datos obtenidos de línea 1 producto 1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

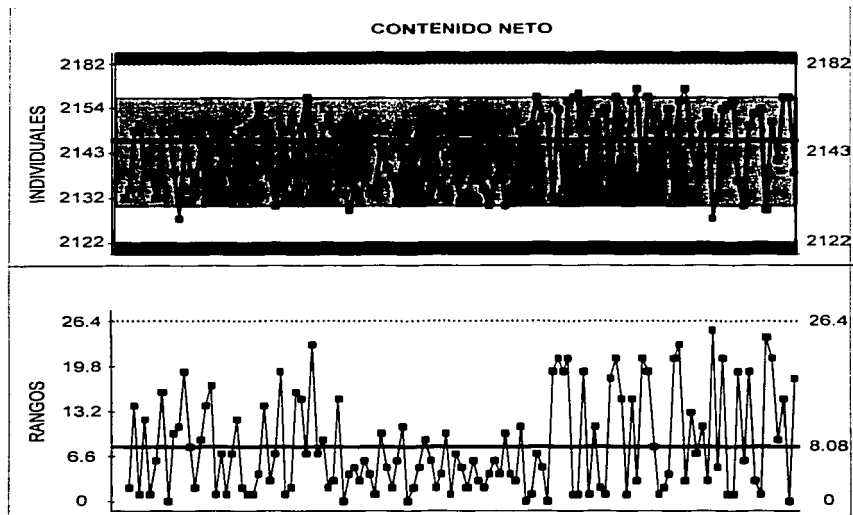
FIGURA 5. Capacidad del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de linea 1 producto 1 .

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 6. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 1 producto 1 .

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

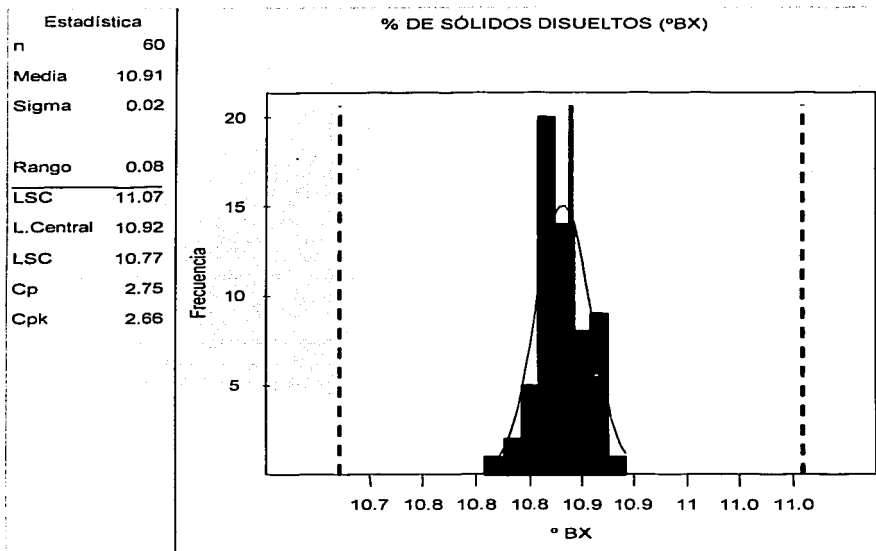
TABLA IV. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	10.92	16	10.9	31	10.88	46	10.93
2	10.89	17	10.93	32	10.9	47	10.94
3	10.9	18	10.94	33	10.91	48	10.93
4	10.9	19	10.92	34	10.92	49	10.95
5	10.91	20	10.9	35	10.94	50	10.92
6	10.94	21	10.91	36	10.94	51	10.92
7	10.91	22	10.89	37	10.92	52	10.92
8	10.9	23	10.9	38	10.94	53	10.91
9	10.91	24	10.93	39	10.94	54	10.9
10	10.91	25	10.94	40	10.93	55	10.88
11	10.92	26	10.9	41	10.93	56	10.89
12	10.9	27	10.92	42	10.92	57	10.92
13	10.93	28	10.89	43	10.92	58	10.93
14	10.9	29	10.89	44	10.9	59	10.92
15	10.91	30	10.87	45	10.94	60	10.92

Datos obtenidos de línea 1 producto 2.

**TRABAJOS
FALLA DE ORIGEN**

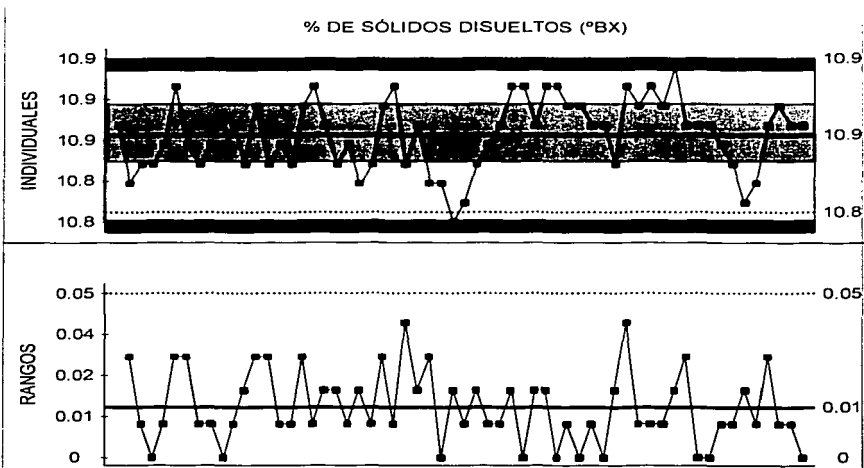
FIGURA 7. Capacidad de proceso de % de sólidos disueltos (°BX)



Datos obtenidos de línea 1 producto 2.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

FIGURA 8. Gráfica de control del proceso de % de sólidos disueltos (°BX)



Datos obtenidos de línea 1 producto 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

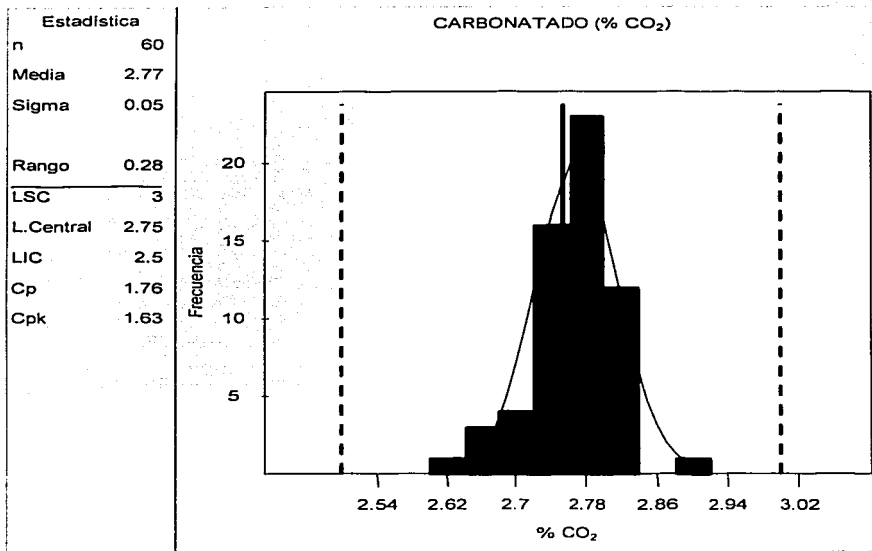
TABLA V. Porcentaje de Bióxido de Carbono expresado en % CO₂.

DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂
1	2.82	16	2.82	31	2.79	46	2.75
2	2.62	17	2.75	32	2.82	47	2.78
3	2.72	18	2.75	33	2.9	48	2.78
4	2.67	19	2.79	34	2.78	49	2.78
5	2.71	20	2.82	35	2.73	50	2.78
6	2.71	21	2.79	36	2.78	51	2.78
7	2.75	22	2.78	37	2.74	52	2.82
8	2.67	23	2.78	38	2.74	53	2.78
9	2.75	24	2.78	39	2.7	54	2.82
10	2.75	25	2.82	40	2.7	55	2.75
11	2.67	26	2.82	41	2.75	56	2.75
12	2.79	27	2.82	42	2.78	57	2.78
13	2.75	28	2.79	43	2.78	58	2.75
14	2.79	29	2.79	44	2.78	59	2.82
15	2.75	30	2.79	45	2.82	60	2.82

Datos obtenidos de línea 1 producto 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

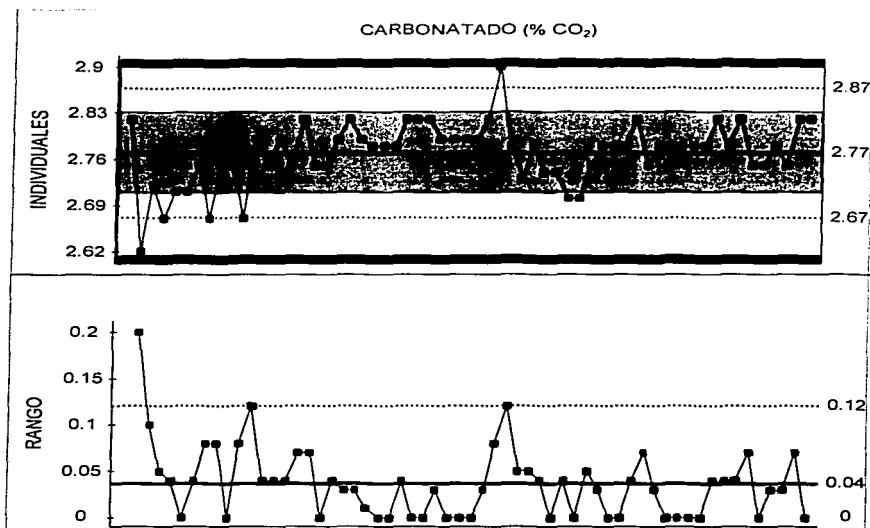
FIGURA 9. Capacidad del proceso en carbonatado (% CO₂)



Datos obtenidos de línea 1 producto 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 10. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂)



Datos obtenidos de línea 1 producto 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

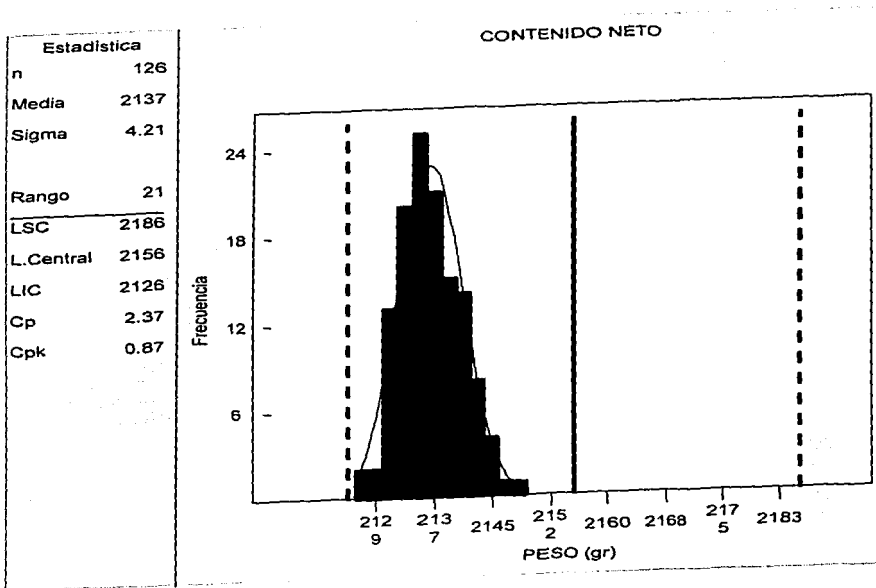
TABLA VI. Contenido neto de cada una de las muestras.

DATO	C NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2133	33	2135	65	2134	97	2134
2	2135	34	2137	66	2140	98	2138
3	2135	35	2133	67	2137	99	2134
4	2133	36	2134	68	2135	100	2136
5	2138	37	2141	69	2131	101	2148
6	2139	38	2132	70	2137	102	2138
7	2133	39	2134	71	2141	103	2144
8	2135	40	2136	72	2131	104	2133
9	2134	41	2134	73	2135	105	2146
10	2139	42	2134	74	2138	106	2143
11	2128	43	2130	75	2139	107	2146
12	2140	44	2135	76	2135	108	2139
13	2139	45	2132	77	2141	109	2138
14	2137	46	2138	78	2142	110	2136
15	2141	47	2134	79	2132	111	2128
16	2132	48	2135	80	2137	112	2133
17	2143	49	2145	81	2133	113	2139
18	2138	50	2140	82	2135	114	2141
19	2141	51	2138	83	2135	115	2142
20	2142	52	2132	84	2135	116	2137
21	2135	53	2143	85	2138	117	2131
22	2131	54	2143	86	2136	118	2140
23	2133	55	2145	87	2139	119	2138
24	2134	56	2136	88	2140	120	2136
25	2132	57	2141	89	2136	121	2130
26	2131	58	2135	90	2139	122	2140
27	2141	59	2137	91	2134	123	2142
28	2138	60	2133	92	2136	124	2149
29	2131	61	2143	93	2138	125	2144
30	2138	62	2144	94	2142	126	2139
31	2135	63	2137	95	2141		
32	2136	64	2132	96	2136		

Datos obtenidos de línea 1 producto 2.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

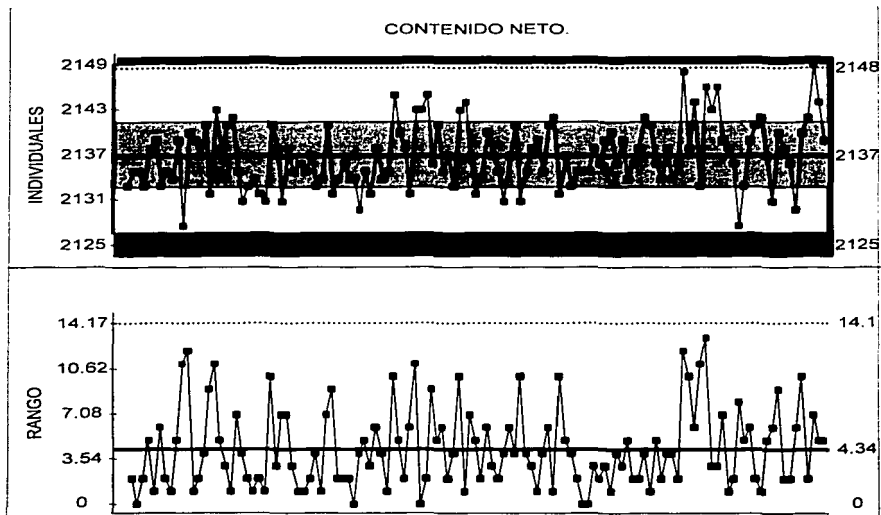
FIGURA 11. Capacidad del proceso de contenido neto.



Datos obtenidos de línea 1 producto 2.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 12. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 1 producto 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

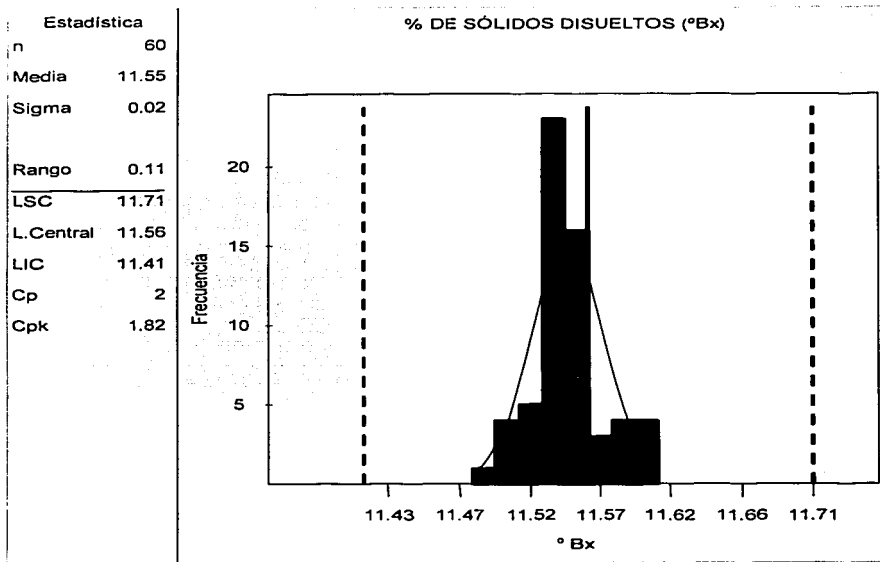
TABLA VII. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	11.53	16	11.56	31	11.53	46	11.54
2	11.52	17	11.56	32	11.54	47	11.53
3	11.54	18	11.54	33	11.53	48	11.51
4	11.55	19	11.54	34	11.53	49	11.56
5	11.53	20	11.54	35	11.5	50	11.55
6	11.56	21	11.49	36	11.51	51	11.54
7	11.57	22	11.54	37	11.54	52	11.52
8	11.54	23	11.55	38	11.57	53	11.54
9	11.58	24	11.54	39	11.53	54	11.56
10	11.6	25	11.56	40	11.55	55	11.56
11	11.57	26	11.56	41	11.52	56	11.54
12	11.58	27	11.55	42	11.56	57	11.55
13	11.6	28	11.59	43	11.53	58	11.5
14	11.6	29	11.54	44	11.52	59	11.56
15	11.6	30	11.54	45	11.58	60	11.52

Datos obtenidos de línea 1 producto 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

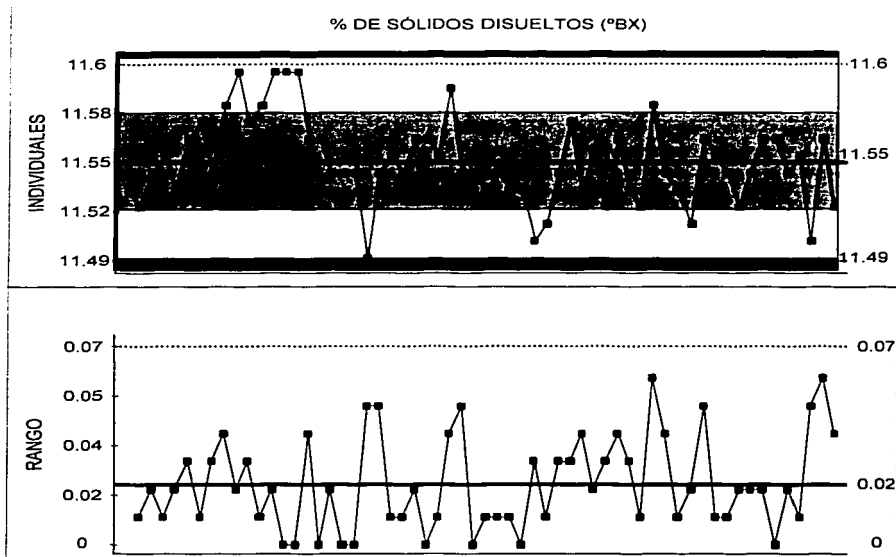
FIGURA 13. Capacidad de proceso del % de sólidos disueltos (°Bx).



Datos obtenidos de línea 1 producto 3.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 14. Gráfica de control del % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 1 producto 3.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

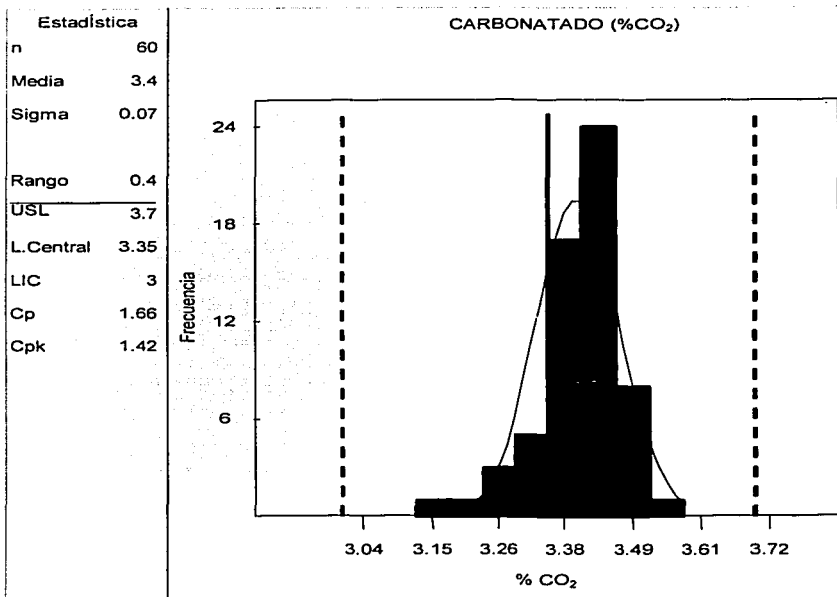
TABLA VIII. Porcentaje de Bióxido de Carbono expresado en % CO₂.

DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂
1	3.15	16	3.42	31	3.46	46	3.32
2	3.45	17	3.42	32	3.36	47	3.27
3	3.4	18	3.42	33	3.36	48	3.32
4	3.32	19	3.46	34	3.47	49	3.43
5	3.32	20	3.46	35	3.47	50	3.47
6	3.23	21	3.36	36	3.47	51	3.42
7	3.27	22	3.36	37	3.47	52	3.42
8	3.27	23	3.46	38	3.42	53	3.42
9	3.47	24	3.42	39	3.37	54	3.47
10	3.46	25	3.42	40	3.39	55	3.42
11	3.46	26	3.36	41	3.39	56	3.43
12	3.31	27	3.42	42	3.39	57	3.55
13	3.37	28	3.46	43	3.39	58	3.38
14	3.47	29	3.46	44	3.39	59	3.38
15	3.46	30	3.42	45	3.37	60	3.38

Datos obtenidos de línea 1 producto 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

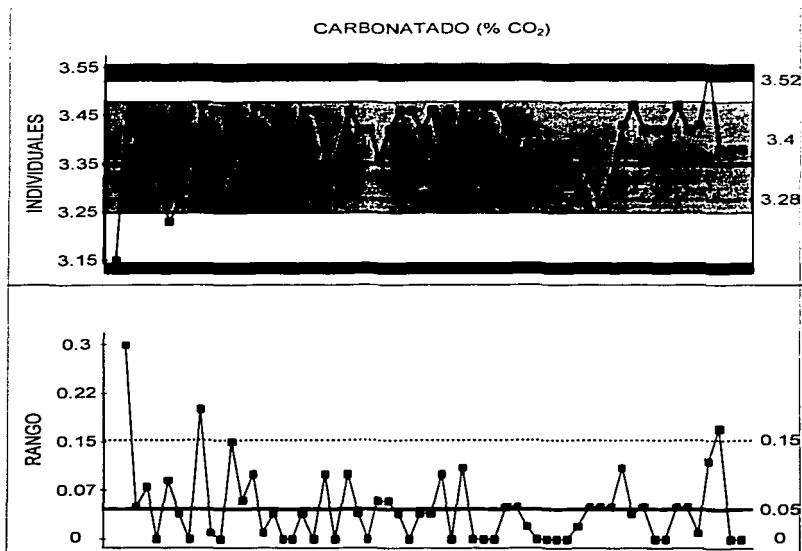
FIGURA 15. Capacidad de proceso en carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 1 producto 3.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 16. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 1 producto 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

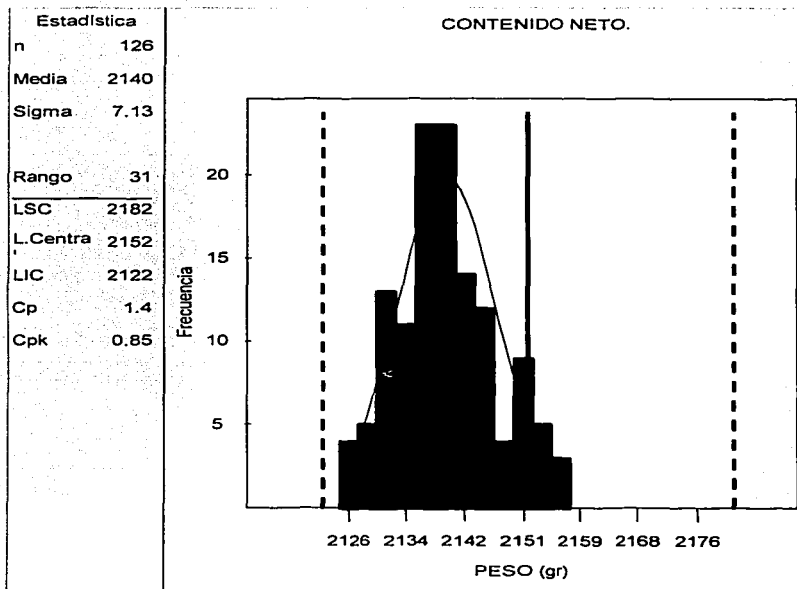
TABLA IX. Contenido neto de cada una de las muestras.

DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2147	33	2137	65	2130	97	2131
2	2147	34	2133	66	2140	98	2147
3	2145	35	2127	67	2139	99	2144
4	2153	36	2127	68	2157	100	2136
5	2153	37	2146	69	2152	101	2141
6	2136	38	2155	70	2144	102	2134
7	2149	39	2146	71	2132	103	2143
8	2140	40	2132	72	2129	104	2139
9	2144	41	2142	73	2143	105	2134
10	2136	42	2133	74	2153	106	2145
11	2129	43	2140	75	2138	107	2139
12	2141	44	2146	76	2146	108	2143
13	2138	45	2156	77	2138	109	2135
14	2148	46	2141	78	2151	110	2126
15	2148	47	2141	79	2143	111	2133
16	2138	48	2145	80	2139	112	2147
17	2141	49	2137	81	2151	113	2130
18	2140	50	2145	82	2143	114	2127
19	2140	51	2134	83	2142	115	2131
20	2135	52	2141	84	2136	116	2141
21	2137	53	2136	85	2144	117	2130
22	2140	54	2137	86	2133	118	2150
23	2135	55	2132	87	2148	119	2139
24	2135	56	2141	88	2138	120	2153
25	2136	57	2138	89	2140	121	2157
26	2140	58	2139	90	2137	122	2133
27	2135	59	2152	91	2135	123	2136
28	2137	60	2137	92	2134	124	2152
29	2141	61	2142	93	2132	125	2150
30	2152	62	2152	94	2138	126	2134
31	2131	63	2137	95	2143		
32	2132	64	2136	96	2142		

Datos obtenidos de línea 1 producto 3.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

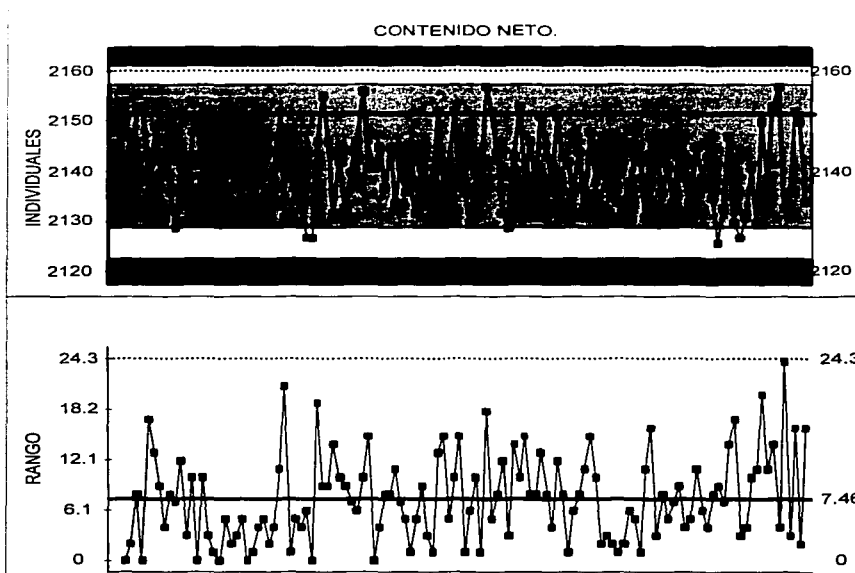
FIGURA 17. Capacidad del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 1 producto 3.

TESIS CON
 LA DE ORIGEN

FIGURA 18. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 1 producto 3.

HECHO CON
LA DE ORIGEN

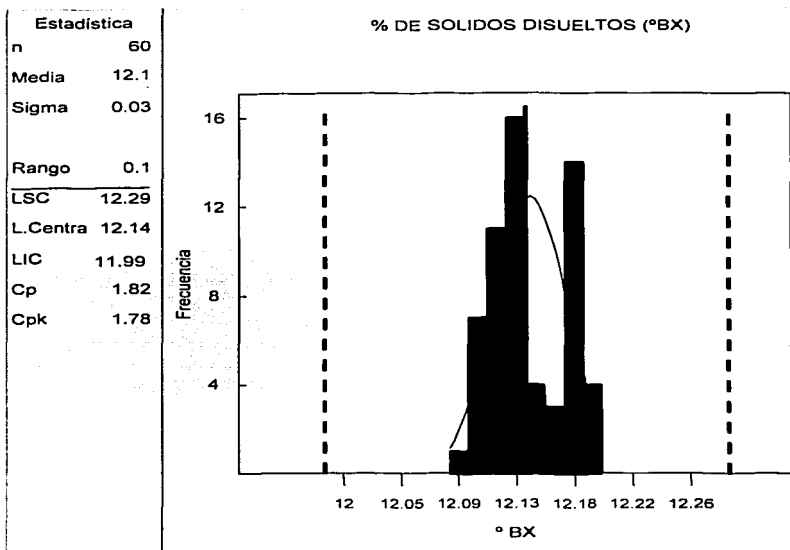
TABLA X. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	12.11	16	12.12	31	12.15	46	12.14
2	12.12	17	12.14	32	12.12	47	12.11
3	12.17	18	12.12	33	12.12	48	12.1
4	12.19	19	12.1	34	12.17	49	12.12
5	12.17	20	12.13	35	12.18	50	12.13
6	12.19	21	12.11	36	12.15	51	12.13
7	12.19	22	12.13	37	12.14	52	12.14
8	12.18	23	12.17	38	12.13	53	12.13
9	12.18	24	12.15	39	12.12	54	12.15
10	12.17	25	12.18	40	12.13	55	12.16
11	12.17	26	12.12	41	12.14	56	12.14
12	12.14	27	12.18	42	12.12	57	12.16
13	12.16	28	12.12	43	12.13	58	12.14
14	12.1	29	12.12	44	12.11	59	12.09
15	12.19	30	12.17	45	12.18	60	12.18

Datos obtenidos de linea 2 producto 1.

ANÁLISIS CON
MUESTRA DE ORIGEN

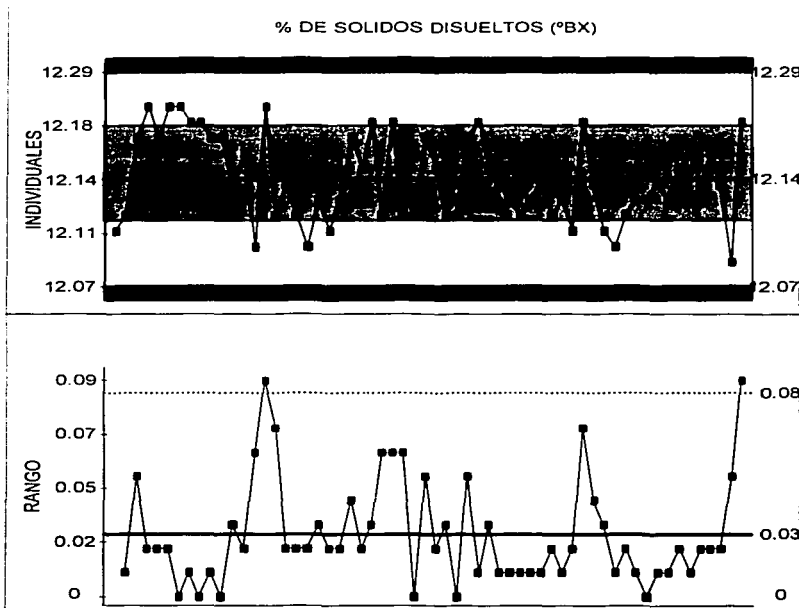
FIGURA 19. Capacidad de proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 2 producto 1.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

FIGURA 20. Gráfica de control del proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 2 producto 1.

TESIS CON
CALLA DE ORIGEN

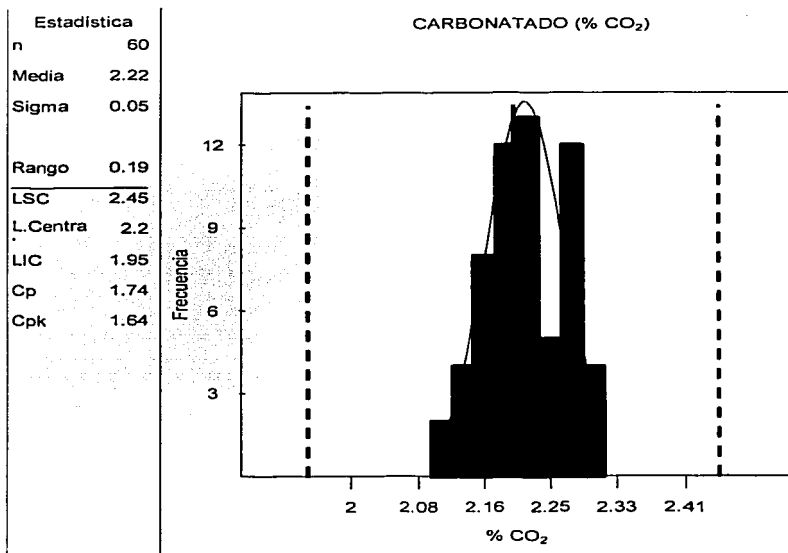
TABLA XI. Porcentaje de Bióxido de Carbono expresado en % CO₂

DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂
1	2.3	16	2.27	31	2.19	46	2.17
2	2.3	17	2.11	32	2.19	47	2.17
3	2.3	18	2.27	33	2.19	48	2.17
4	2.3	19	2.27	34	2.19	49	2.14
5	2.23	20	2.22	35	2.19	50	2.24
6	2.26	21	2.14	36	2.12	51	2.17
7	2.23	22	2.14	37	2.2	52	2.24
8	2.22	23	2.22	38	2.18	53	2.21
9	2.18	24	2.22	39	2.27	54	2.17
10	2.25	25	2.19	40	2.27	55	2.17
11	2.25	26	2.19	41	2.27	56	2.17
12	2.21	27	2.21	42	2.27	57	2.17
13	2.15	28	2.24	43	2.27	58	2.22
14	2.21	29	2.19	44	2.27	59	2.21
15	2.27	30	2.19	45	2.27	60	2.21

Datos obtenidos de línea 2 producto 1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

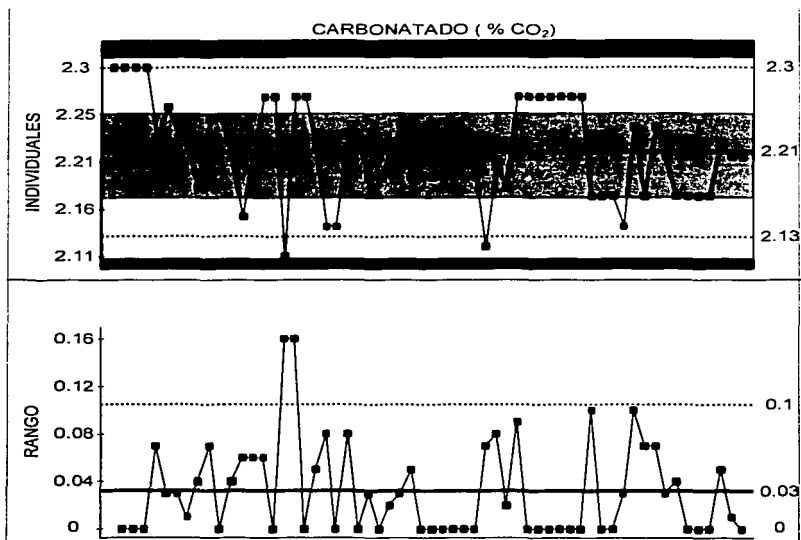
FIGURA 21. Capacidad de proceso en carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 1.

TESIS CON
 LA DE ORIGEN

FIGURA 22. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 1.

TESIS CON
 LA DE ORIGEN

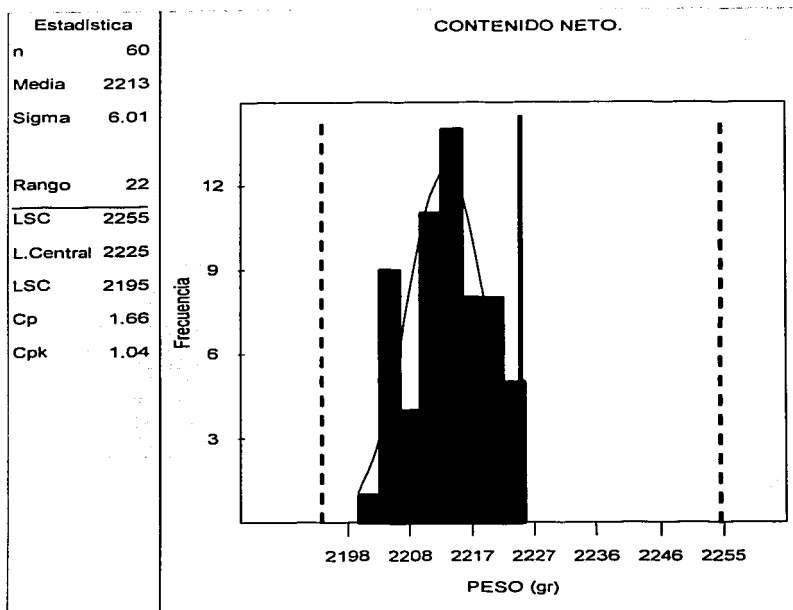
TABLA XII. Contenido neto de cada una de las muestras.

DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2212	16	2224	31	2213	46	2207
2	2206	17	2216	32	2210	47	2206
3	2212	18	2220	33	2216	48	2220
4	2204	19	2213	34	2221	49	2215
5	2202	20	2223	35	2218	50	2216
6	2215	21	2205	36	2218	51	2211
7	2215	22	2210	37	2212	52	2206
8	2216	23	2218	38	2210	53	2204
9	2213	24	2217	39	2216	54	2207
10	2207	25	2222	40	2219	55	2218
11	2220	26	2218	41	2219	56	2223
12	2214	27	2204	42	2210	57	2220
13	2213	28	2223	43	2215	58	2221
14	2212	29	2211	44	2224	59	2209
15	2210	30	2220	45	2204	60	2205

Datos obtenidos de línea 2 producto 1.

TESIS COM
TABLA DE ORIGEN

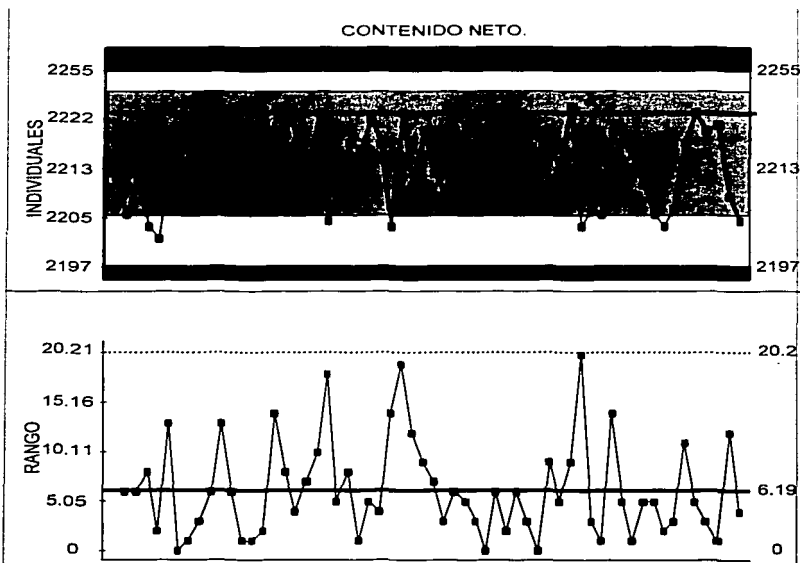
FIGURA 23. Capacidad del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 1.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 24. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 1.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA XIII. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	10.93	16	10.84	31	10.89	46	10.83
2	10.93	17	10.85	32	10.88	47	10.82
3	10.93	18	10.82	33	10.9	48	10.88
4	10.95	19	10.95	34	10.91	49	10.89
5	10.99	20	10.98	35	10.89	50	10.95
6	10.99	21	10.95	36	10.9	51	10.93
7	10.89	22	10.88	37	10.92	52	10.89
8	10.89	23	10.89	38	10.94	53	10.99
9	10.89	24	10.85	39	10.92	54	10.95
10	10.89	25	10.8	40	10.93	55	10.94
11	10.89	26	10.94	41	10.92	56	10.88
12	10.88	27	10.92	42	10.99	57	10.9
13	10.87	28	10.88	43	10.82	58	10.88
14	10.88	29	10.94	44	10.94	59	10.84
15	10.82	30	10.92	45	10.99	60	10.93

Datos obtenidos de línea 2 producto 2.

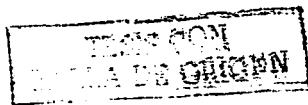
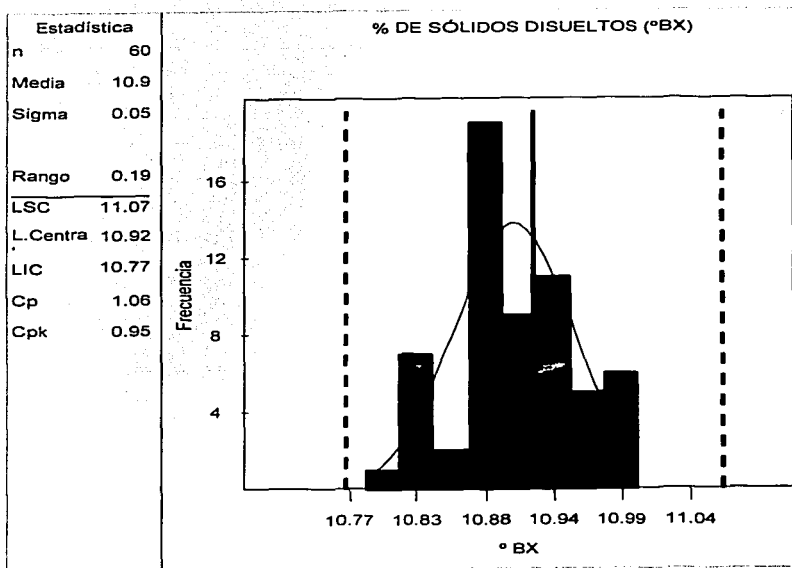


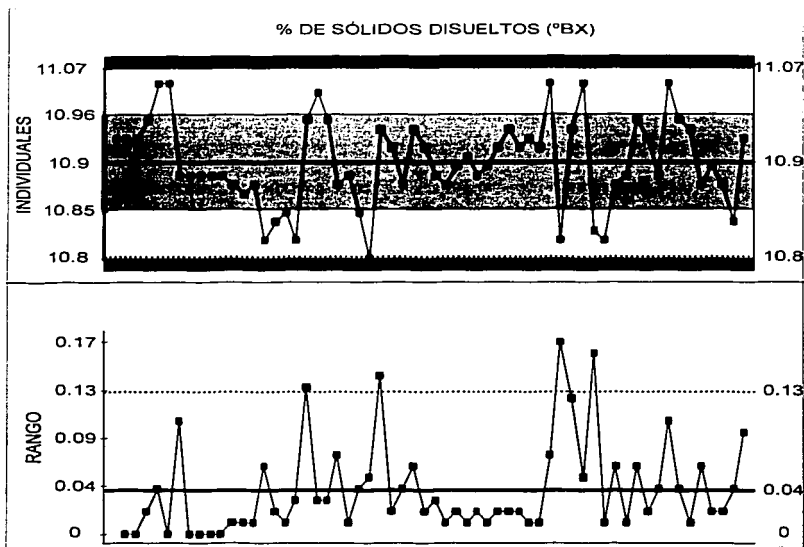
FIGURA 25. Capacidad de proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 2 producto 2.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 26. Gráfica de control del proceso de % de sólidos disueltos (°BX)



Datos obtenidos de línea 2 producto 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

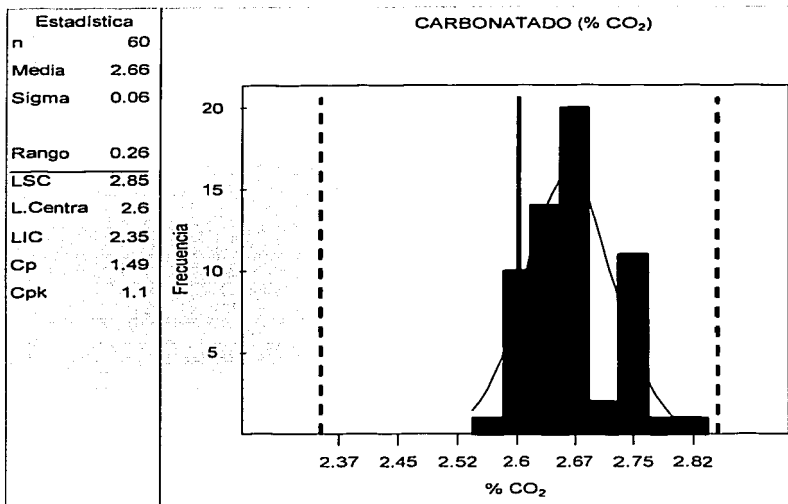
TABLA XIV. Porcentaje de Bióxido de Carbono expresado en % CO₂

DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂
1	2.75	16	2.65	31	2.6	46	2.75
2	2.6	17	2.65	32	2.67	47	2.63
3	2.75	18	2.67	33	2.67	48	2.65
4	2.75	19	2.63	34	2.66	49	2.63
5	2.74	20	2.66	35	2.63	50	2.7
6	2.7	21	2.63	36	2.67	51	2.66
7	2.66	22	2.63	37	2.75	52	2.73
8	2.66	23	2.59	38	2.67	53	2.59
9	2.66	24	2.63	39	2.67	54	2.56
10	2.58	25	2.58	40	2.66	55	2.67
11	2.74	26	2.63	41	2.74	56	2.67
12	2.78	27	2.67	42	2.66	57	2.67
13	2.82	28	2.6	43	2.66	58	2.63
14	2.62	29	2.67	44	2.74	59	2.6
15	2.65	30	2.6	45	2.74	60	2.6

Datos obtenidos de línea 2 producto 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

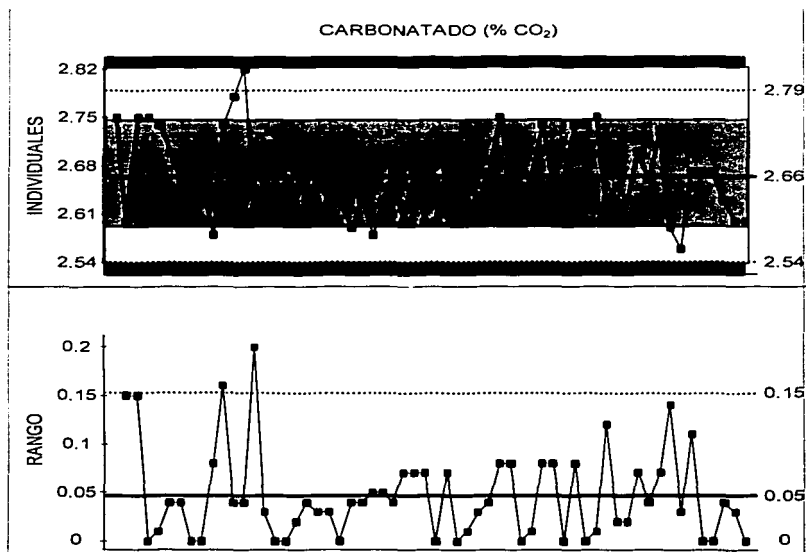
FIGURA 27. Capacidad de proceso en carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 2.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 28. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 2.

TESIS CON
 ORIGEN

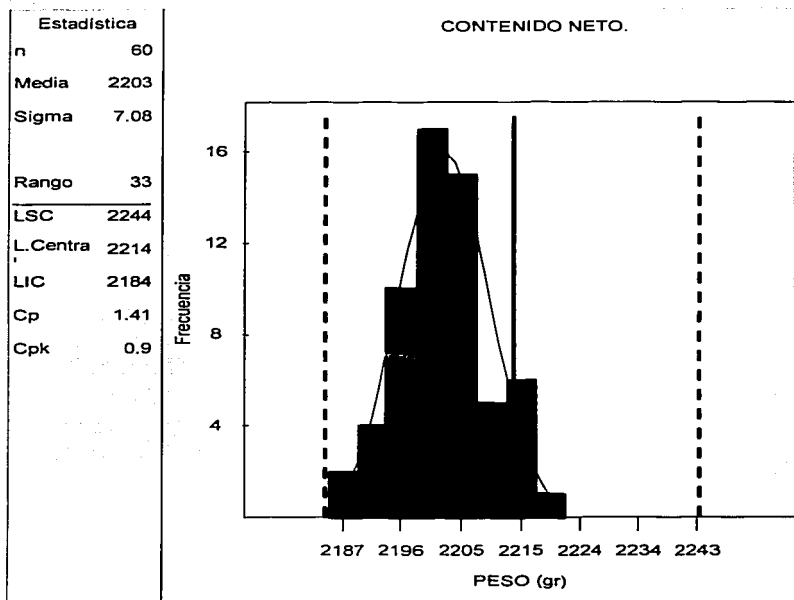
TABLA XV. Contenido neto de cada una de las muestras.

DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2220	16	2202	31	2203	46	2202
2	2213	17	2201	32	2203	47	2193
3	2200	18	2205	33	2197	48	2200
4	2196	19	2207	34	2194	49	2204
5	2200	20	2209	35	2204	50	2215
6	2202	21	2187	36	2217	51	2203
7	2203	22	2200	37	2195	52	2188
8	2208	23	2196	38	2196	53	2216
9	2212	24	2197	39	2191	54	2206
10	2202	25	2203	40	2214	55	2203
11	2201	26	2209	41	2206	56	2207
12	2205	27	2206	42	2202	57	2195
13	2216	28	2204	43	2206	58	2194
14	2209	29	2206	44	2211	59	2197
15	2206	30	2197	45	2205	60	2197

Datos obtenidos de línea 2 producto 2.

TESIS CON
LA DE ORIGEN

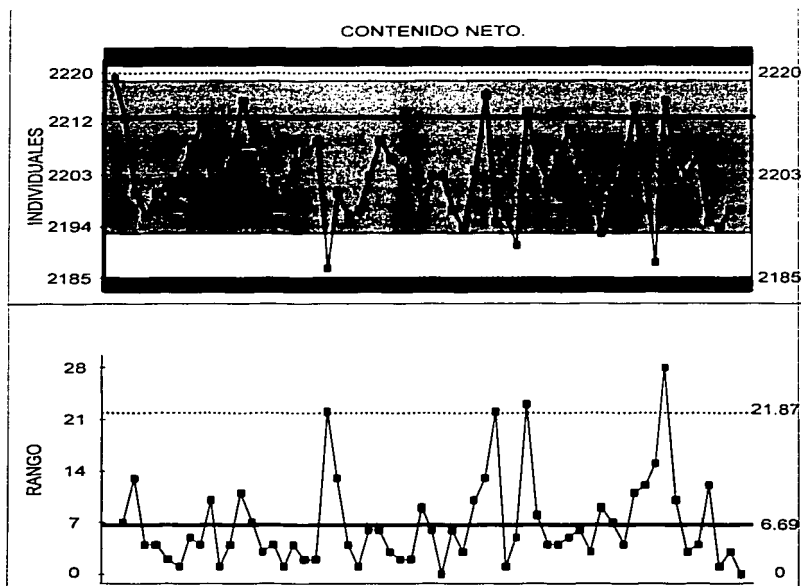
FIGURA 29. Capacidad del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 2.

TESIS CON
 LA DE ORIGEN

FIGURA 30. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 2.

**TESIS CON
 SELLA DE ORIGEN**

TABLA XVI. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

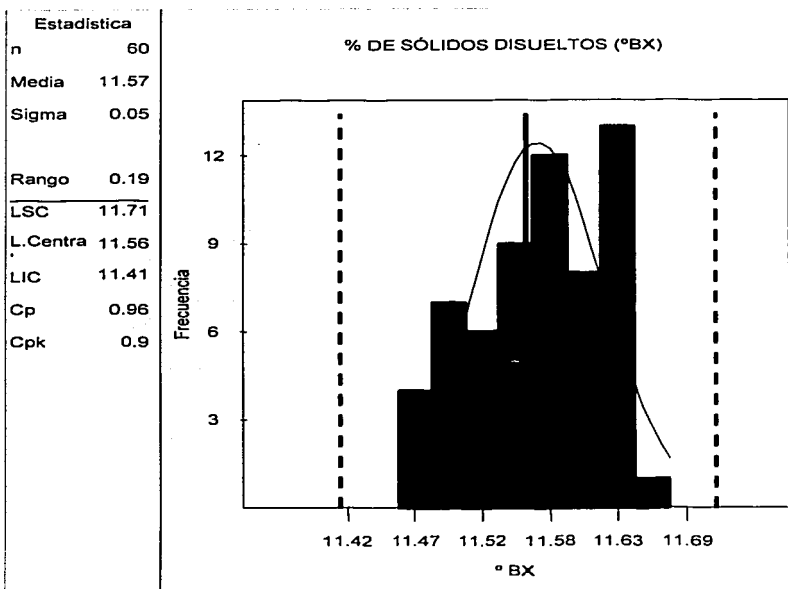
DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	11.64	16	11.63	31	11.49	46	11.6
2	11.62	17	11.64	32	11.54	47	11.51
3	11.54	18	11.54	33	11.51	48	11.64
4	11.55	19	11.59	34	11.55	49	11.48
5	11.49	20	11.63	35	11.56	50	11.59
6	11.63	21	11.52	36	11.57	51	11.52
7	11.63	22	11.47	37	11.54	52	11.62
8	11.5	23	11.47	38	11.59	53	11.64
9	11.53	24	11.52	39	11.66	54	11.62
10	11.6	25	11.54	40	11.59	55	11.6
11	11.57	26	11.55	41	11.59	56	11.6
12	11.57	27	11.58	42	11.61	57	11.59
13	11.47	28	11.52	43	11.61	58	11.61
14	11.63	29	11.5	44	11.6	59	11.58
15	11.64	30	11.51	45	11.59	60	11.53

Datos obtenidos de línea 2 producto 3.

TESIS CON
DE LA DE ORIGEN

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

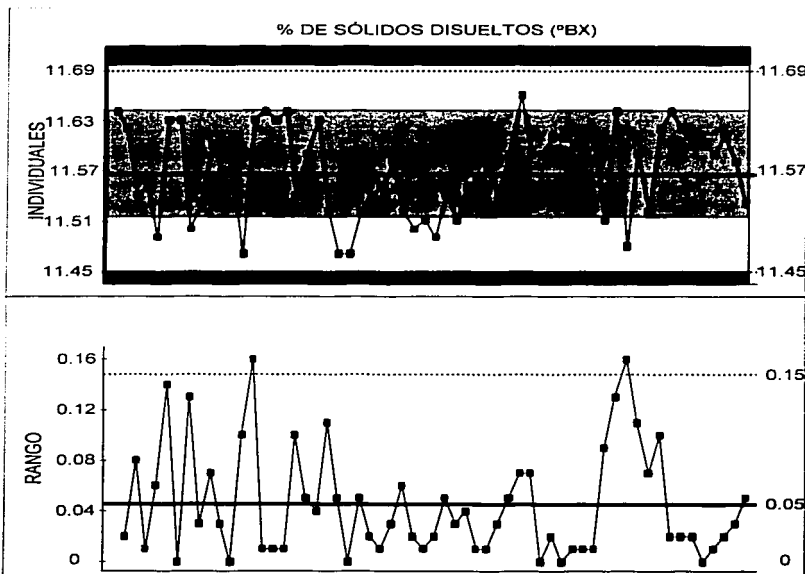
FIGURA 31. Capacidad de proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 2 producto 3.

TESIS CON
TALLA DE ORIGEN

FIGURA 32. Gráfica de control del proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 2 producto 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

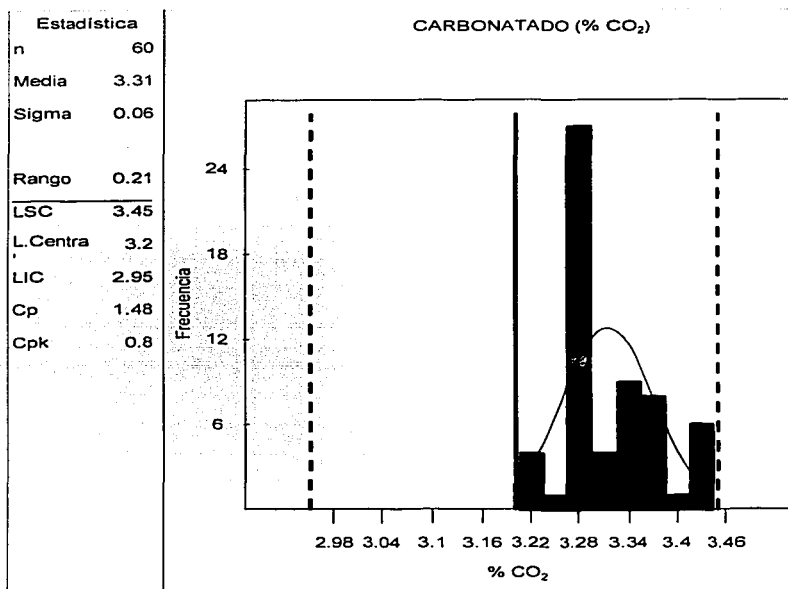
TABLA XVII. Porcentaje de Bióxido de Carbono expresado en % CO₂

DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂
1	3.28	16	3.28	31	3.28	46	3.43
2	3.33	17	3.32	32	3.28	47	3.23
3	3.28	18	3.28	33	3.28	48	3.37
4	3.28	19	3.34	34	3.28	49	3.37
5	3.28	20	3.28	35	3.28	50	3.43
6	3.28	21	3.43	36	3.33	51	3.22
7	3.28	22	3.38	37	3.28	52	3.37
8	3.28	23	3.33	38	3.28	53	3.37
9	3.26	24	3.27	39	3.32	54	3.27
10	3.37	25	3.32	40	3.22	55	3.27
11	3.42	26	3.33	41	3.34	56	3.22
12	3.36	27	3.33	42	3.34	57	3.27
13	3.38	28	3.28	43	3.4	58	3.32
14	3.28	29	3.28	44	3.43	59	3.33
15	3.28	30	3.28	45	3.43	60	3.28

Datos obtenidos de línea 2 producto 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

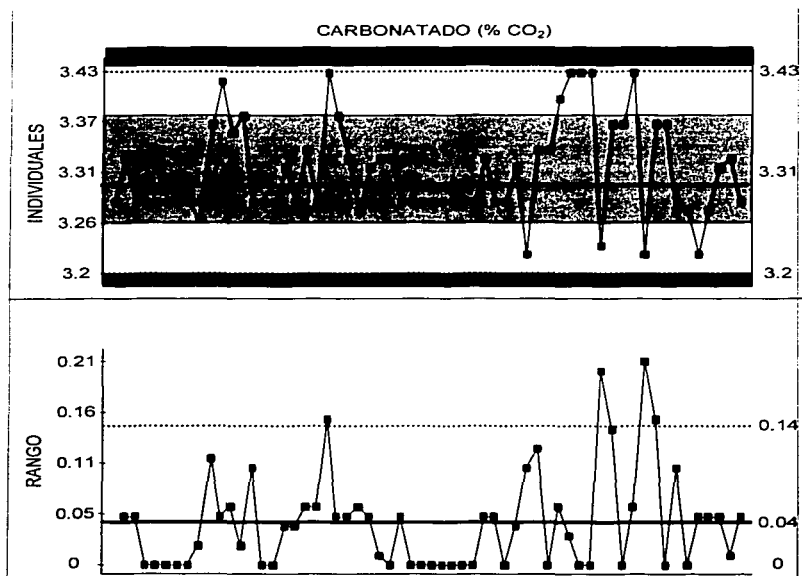
FIGURA 33. Capacidad de proceso en carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 34. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 3.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

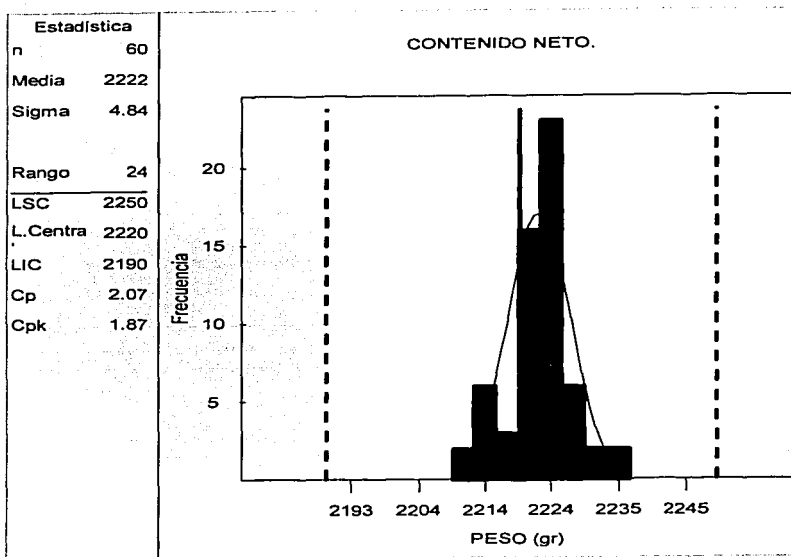
TABLA XVIII. Contenido neto de cada una de las muestras.

DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2212	16	2222	31	2225	46	2223
2	2230	17	2221	32	2223	47	2223
3	2219	18	2229	33	2214	48	2228
4	2225	19	2229	34	2215	49	2235
5	2222	20	2225	35	2225	50	2222
6	2226	21	2222	36	2223	51	2225
7	2224	22	2226	37	2224	52	2226
8	2235	23	2227	38	2231	53	2218
9	2222	24	2225	39	2220	54	2219
10	2221	25	2216	40	2221	55	2220
11	2211	26	2224	41	2216	56	2223
12	2221	27	2226	42	2215	57	2222
13	2221	28	2222	43	2225	58	2228
14	2221	29	2228	44	2223	59	2223
15	2224	30	2220	45	2215	60	2223

Datos obtenidos de línea 2 producto 3.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

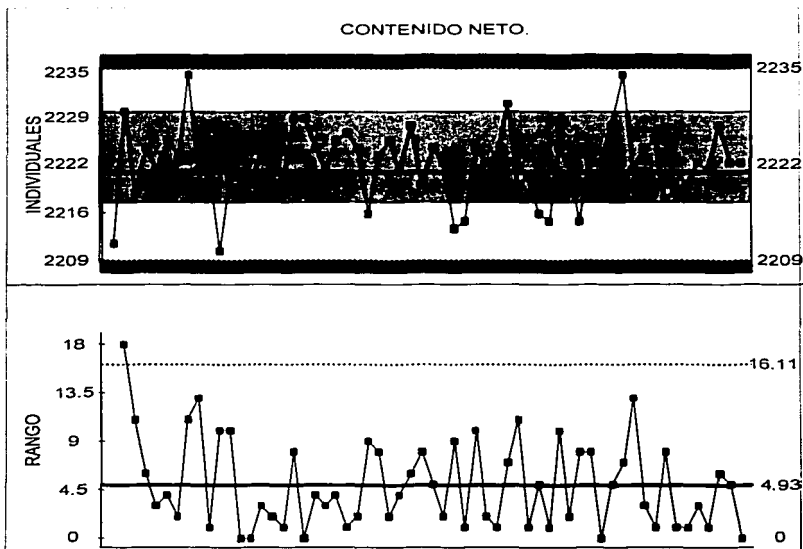
FIGURA 35. Capacidad del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 3.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 36. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 3.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

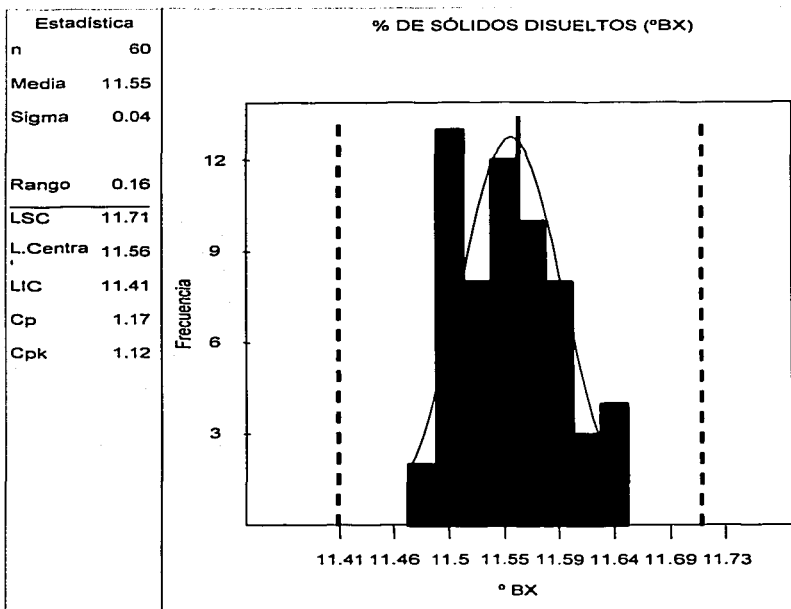
TABLA XIX. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	11.56	16	11.54	31	11.53	46	11.53
2	11.58	17	11.57	32	11.58	47	11.5
3	11.6	18	11.58	33	11.56	48	11.57
4	11.63	19	11.58	34	11.57	49	11.54
5	11.61	20	11.63	35	11.56	50	11.51
6	11.62	21	11.62	36	11.56	51	11.52
7	11.59	22	11.59	37	11.6	52	11.5
8	11.55	23	11.6	38	11.63	53	11.5
9	11.56	24	11.58	39	11.6	54	11.5
10	11.57	25	11.56	40	11.64	55	11.57
11	11.5	26	11.53	41	11.6	56	11.5
12	11.53	27	11.53	42	11.59	57	11.5
13	11.49	28	11.51	43	11.54	58	11.5
14	11.48	29	11.5	44	11.55	59	11.52
15	11.5	30	11.5	45	11.56	60	11.52

Datos obtenidos de línea 2 producto 4.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

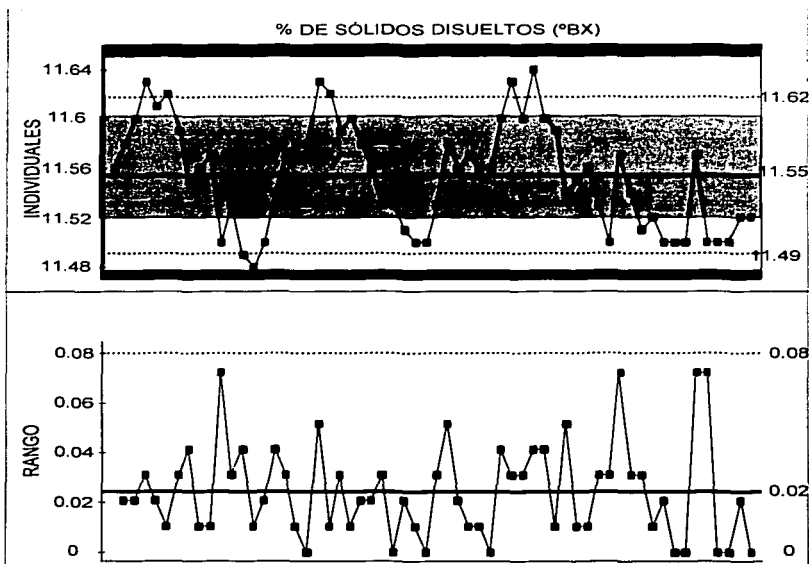
FIGURA 37. Capacidad de proceso de % de sólidos disueltos (°BX)



Datos obtenidos de línea 2 producto 4.

TRABAJA CON ELLA DE CERVEN

FIGURA 38. Gráfica de control del proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 2 producto 4.

HECHO CON
 TALLA DE ORIGEN

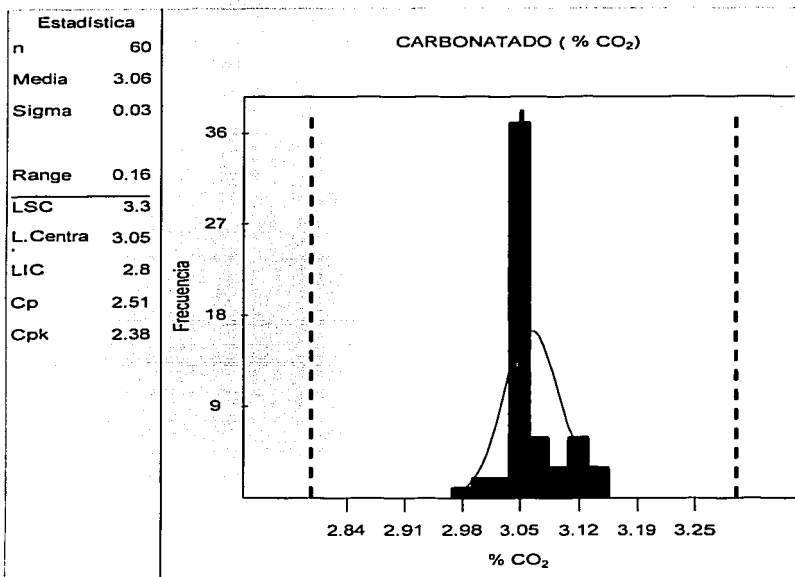
TABLA XX. Porcentaje de Bióxido de Carbono expresado en % CO₂

DATO	% CO₂	DATO	% CO₂	DATO	% CO₂	DATO	% CO₂
1	3.06	16	3.06	31	3.13	46	3.12
2	3.06	17	3.04	32	3.1	47	3.04
3	3.06	18	3.08	33	3.02	48	3.05
4	3.06	19	3.04	34	3.04	49	3.1
5	2.98	20	3.08	35	3.07	50	3.05
6	3.06	21	3.04	36	3.05	51	3.05
7	3.06	22	3.06	37	3.05	52	3.05
8	3.05	23	3.07	38	3.04	53	3.12
9	3.05	24	3.06	39	3.05	54	3.12
10	3.05	25	3.07	40	3.04	55	3.12
11	3.05	26	3	41	3.04	56	3.12
12	3.05	27	3	42	3.09	57	3.05
13	3.05	28	3.02	43	3.04	58	3.05
14	3.06	29	3.14	44	3.08	59	3.05
15	3.06	30	3.13	45	3.05	60	3.12

Datos obtenidos de línea 2 producto 4.

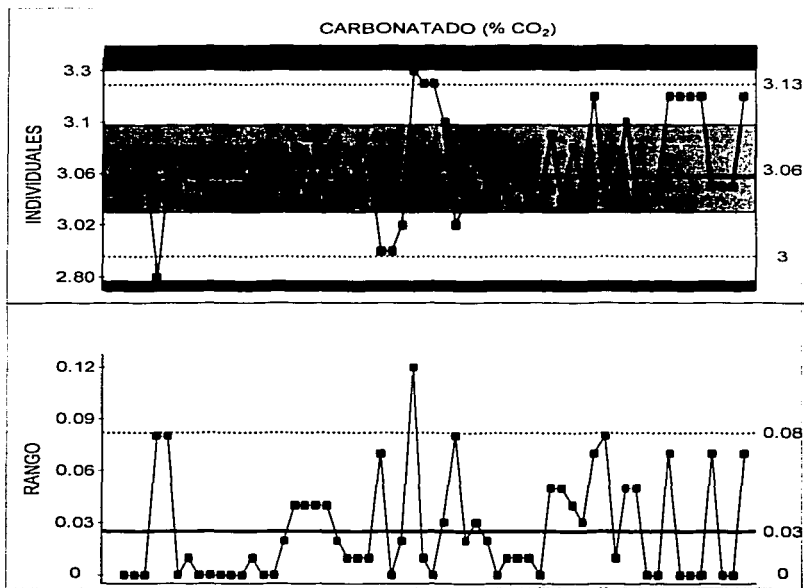
**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 39. Capacidad de proceso en carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 4.

FIGURA 40. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 4.

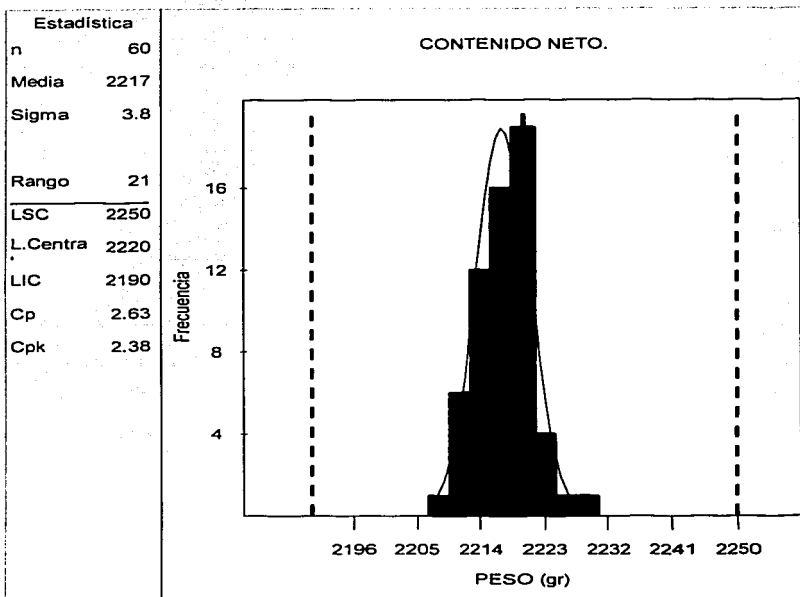
TABLA XXI. Contenido neto de cada una de las muestras.

DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2218	16	2214	31	2211	46	2216
2	2217	17	2219	32	2214	47	2218
3	2229	18	2218	33	2211	48	2219
4	2219	19	2222	34	2216	49	2218
5	2218	20	2220	35	2219	50	2215
6	2219	21	2220	36	2217	51	2213
7	2217	22	2219	37	2215	52	2219
8	2218	23	2220	38	2219	53	2212
9	2217	24	2217	39	2222	54	2217
10	2220	25	2211	40	2219	55	2213
11	2222	26	2215	41	2225	56	2211
12	2214	27	2216	42	2223	57	2215
13	2216	28	2210	43	2221	58	2215
14	2220	29	2219	44	2219	59	2213
15	2219	30	2208	45	2219	60	2213

Datos obtenidos de línea 2 producto 4.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 41. Capacidad del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 4.

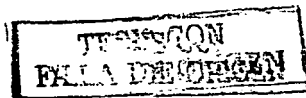
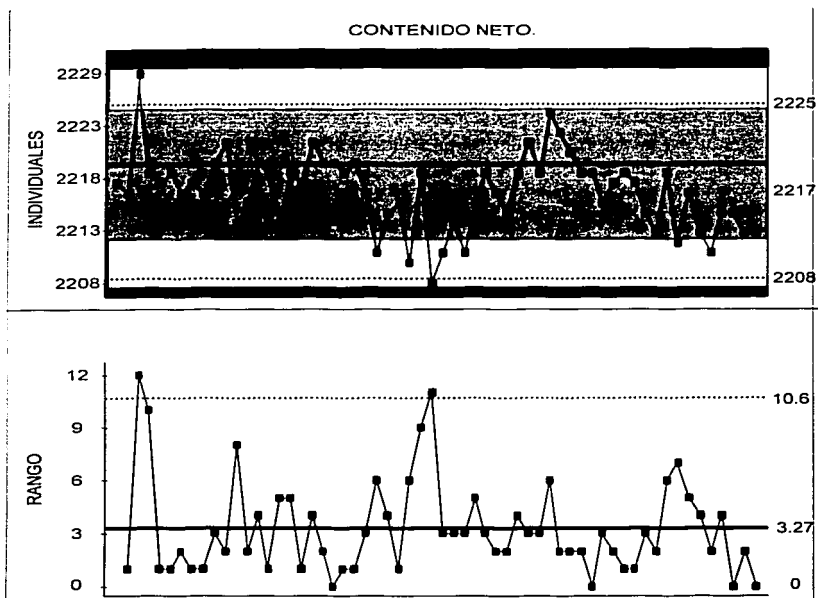


FIGURA 42. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 4.

**TESIS CON
FOLIO DE ORIGEN**

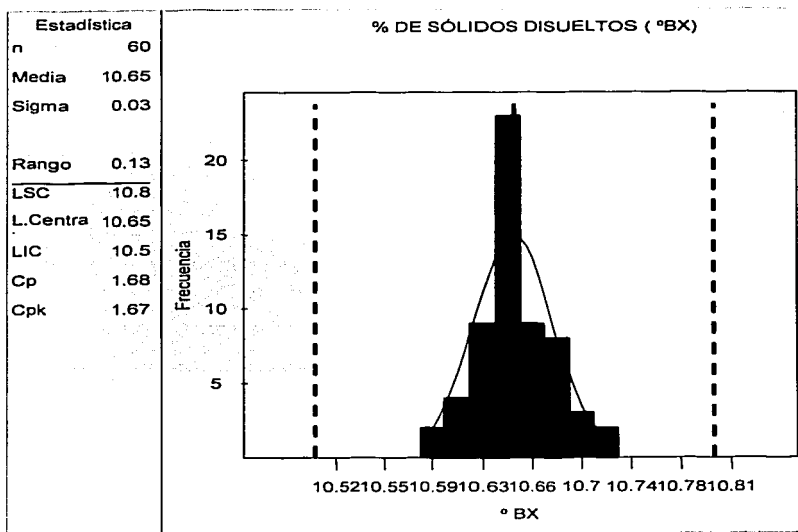
TABLA XXII. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	10.68	16	10.6	31	10.64	46	10.64
2	10.72	17	10.59	32	10.62	47	10.65
3	10.72	18	10.59	33	10.68	48	10.66
4	10.71	19	10.61	34	10.66	49	10.67
5	10.64	20	10.7	35	10.67	50	10.64
6	10.65	21	10.65	36	10.66	51	10.68
7	10.65	22	10.64	37	10.6	52	10.69
8	10.68	23	10.65	38	10.63	53	10.68
9	10.69	24	10.65	39	10.64	54	10.65
10	10.62	25	10.62	40	10.65	55	10.66
11	10.65	26	10.64	41	10.62	56	10.66
12	10.64	27	10.65	42	10.62	57	10.62
13	10.64	28	10.65	43	10.66	58	10.7
14	10.61	29	10.68	44	10.64	59	10.65
15	10.64	30	10.67	45	10.62	60	10.63

Datos obtenidos de línea 2 producto 5.

TRABAJOS CON
FALSA IDENTIFICACION

FIGURA 43. Capacidad de proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 2 producto 5.

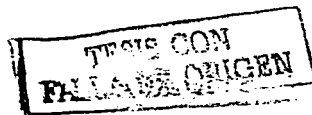
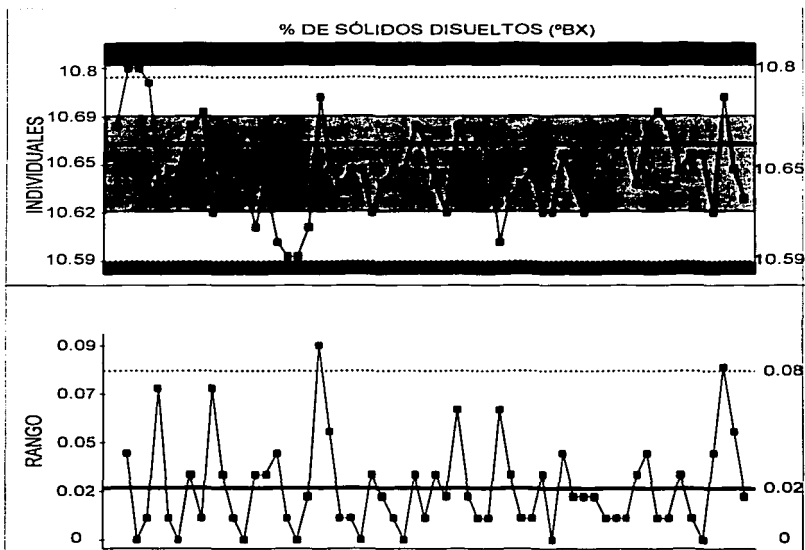


FIGURA 44. Gráfica de control del proceso % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 2 producto 5.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

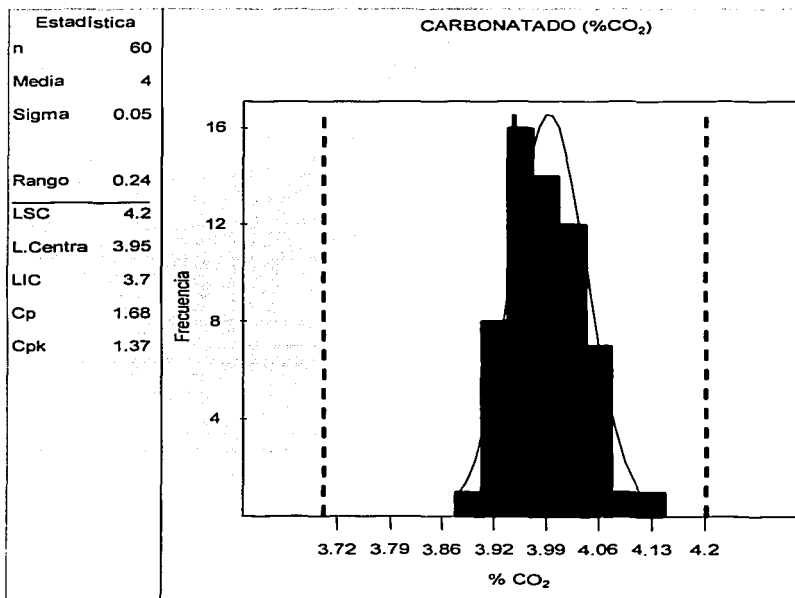
TABLA XXIII. Porcentaje de Bióxido de Carbono expresado en % CO₂

DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂
1	3.99	16	3.96	31	4.04	46	4.03
2	3.96	17	3.97	32	3.98	47	3.97
3	3.98	18	3.99	33	3.99	48	4.04
4	3.89	19	3.93	34	3.91	49	3.97
5	4.04	20	4.03	35	3.99	50	3.95
6	4.04	21	4	36	4.07	51	3.93
7	3.98	22	3.97	37	3.94	52	3.93
8	3.97	23	3.97	38	3.99	53	3.97
9	3.93	24	3.97	39	3.99	54	4.04
10	3.97	25	3.97	40	4.04	55	4.04
11	3.99	26	3.97	41	3.97	56	4.07
12	3.93	27	4.07	42	4.04	57	4.06
13	4	28	4.04	43	4.04	58	4.06
14	3.99	29	4.13	44	3.94	59	4.06
15	3.99	30	4.1	45	3.97	60	4.06

Datos obtenidos de línea 2 producto 5.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

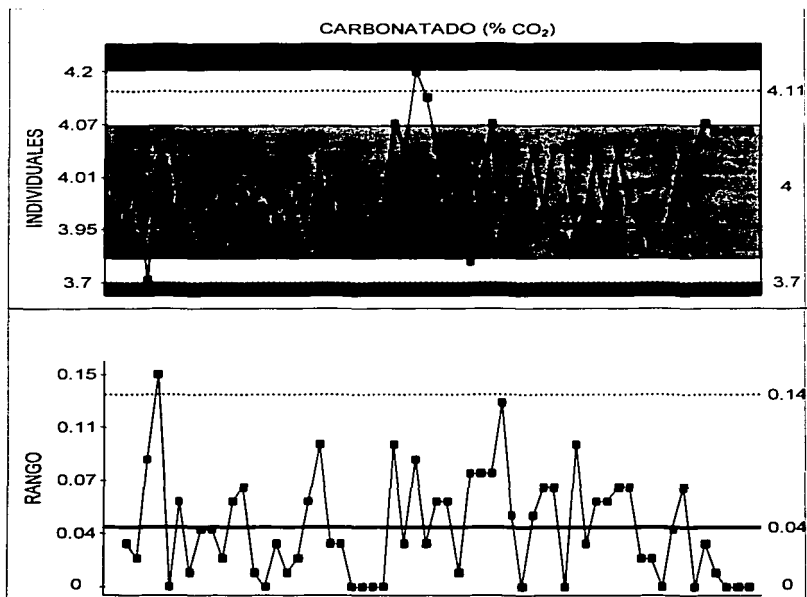
FIGURA 45. Capacidad de proceso en carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 5.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 46. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 2 producto 5.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

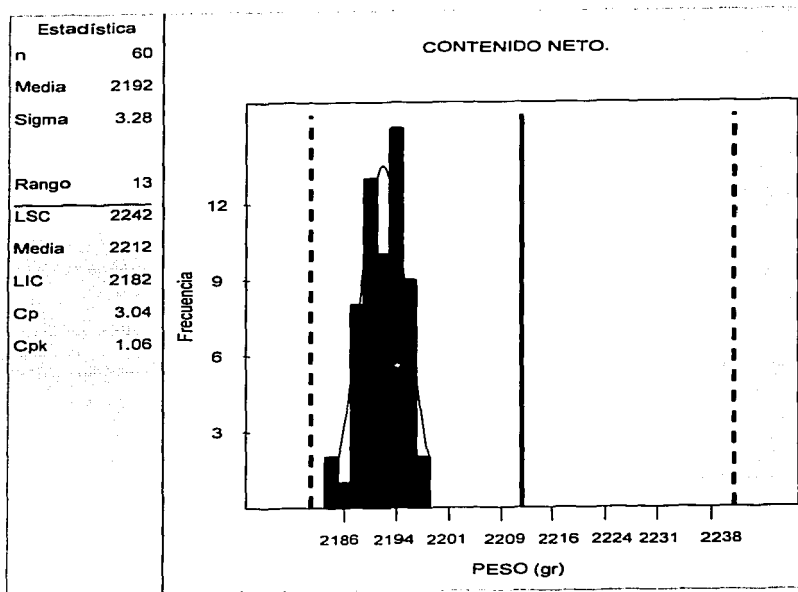
TABLA XXIV. Contenido neto de cada una de las muestras.

DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2195	16	2190	31	2188	46	2190
2	2194	17	2195	32	2195	47	2193
3	2196	18	2191	33	2197	48	2192
4	2192	19	2190	34	2197	49	2192
5	2192	20	2189	35	2196	50	2190
6	2195	21	2194	36	2190	51	2197
7	2194	22	2185	37	2191	52	2188
8	2188	23	2195	38	2195	53	2195
9	2188	24	2196	39	2193	54	2195
10	2193	25	2192	40	2189	55	2198
11	2190	26	2195	41	2188	56	2198
12	2190	27	2196	42	2191	57	2196
13	2190	28	2196	43	2195	58	2192
14	2185	29	2195	44	2188	59	2187
15	2193	30	2190	45	2190	60	2195

Datos obtenidos de línea 2 producto 5.

TESIS CON
LA DE ORIGEN

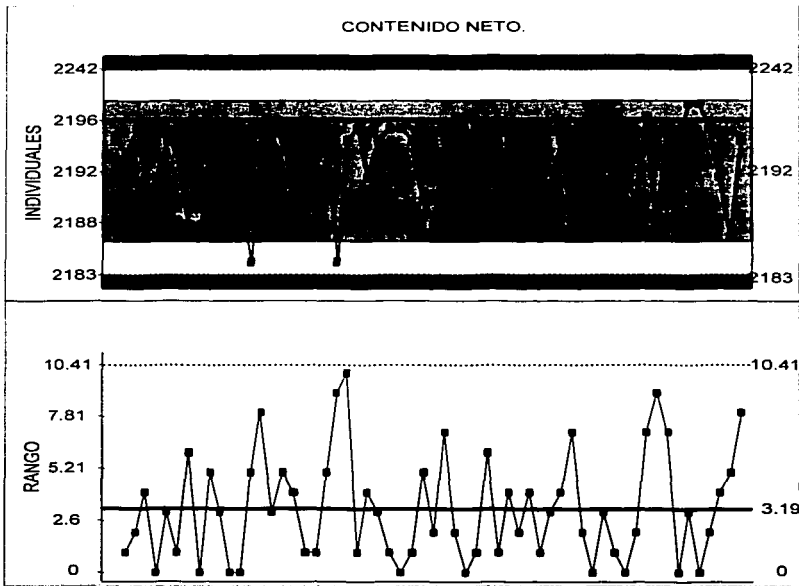
FIGURA 47. Capacidad del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 5.

**ANÁLISIS CON
 TABLA DE ORIGEN**

FIGURA 48. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 2 producto 5.

TESIS CON
LLA DE ORIGEN

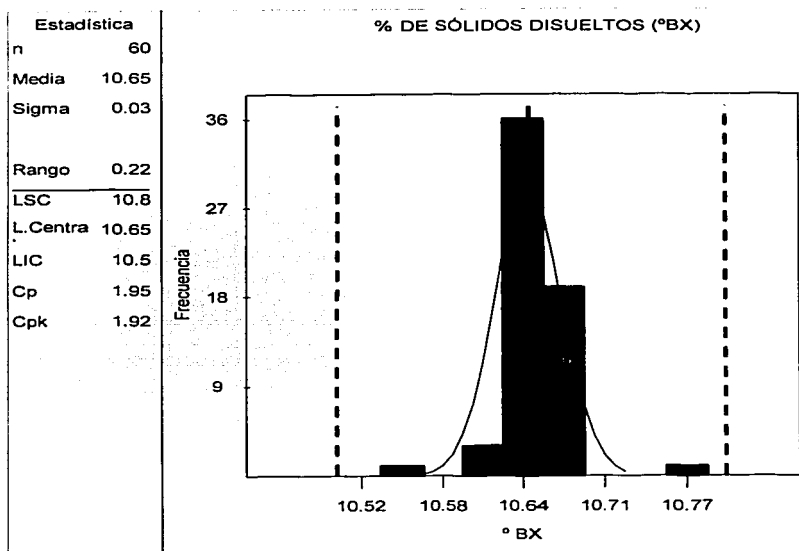
TABLA XXV. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	10.55	16	10.61	31	10.66	46	10.63
2	10.64	17	10.67	32	10.65	47	10.61
3	10.68	18	10.66	33	10.65	48	10.64
4	10.67	19	10.64	34	10.64	49	10.65
5	10.67	20	10.66	35	10.66	50	10.66
6	10.65	21	10.66	36	10.65	51	10.77
7	10.65	22	10.67	37	10.65	52	10.61
8	10.66	23	10.65	38	10.64	53	10.65
9	10.67	24	10.64	39	10.63	54	10.65
10	10.66	25	10.65	40	10.65	55	10.63
11	10.66	26	10.63	41	10.65	56	10.63
12	10.66	27	10.65	42	10.63	57	10.63
13	10.67	28	10.63	43	10.64	58	10.63
14	10.65	29	10.64	44	10.63	59	10.67
15	10.64	30	10.65	45	10.64	60	10.66

Datos obtenidos de línea 3 producto 1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

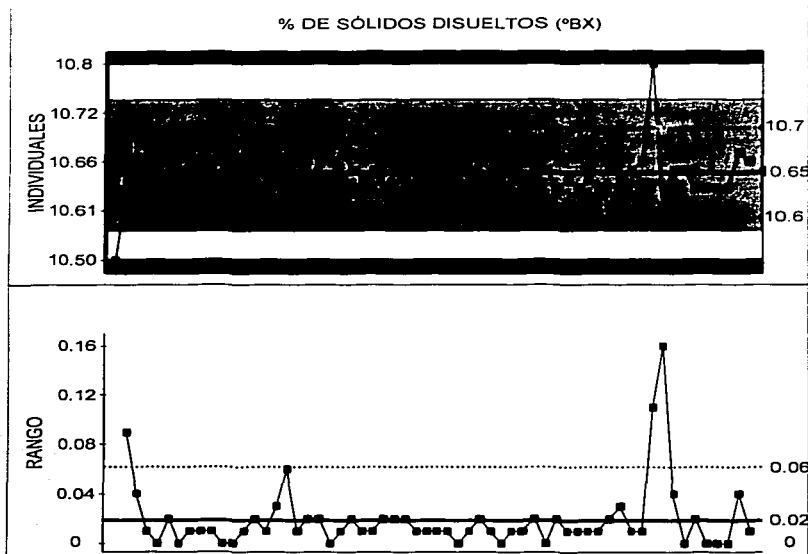
FIGURA 49. Capacidad de proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 3 producto 1.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 50. Gráfica de control del proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 3 producto 1.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

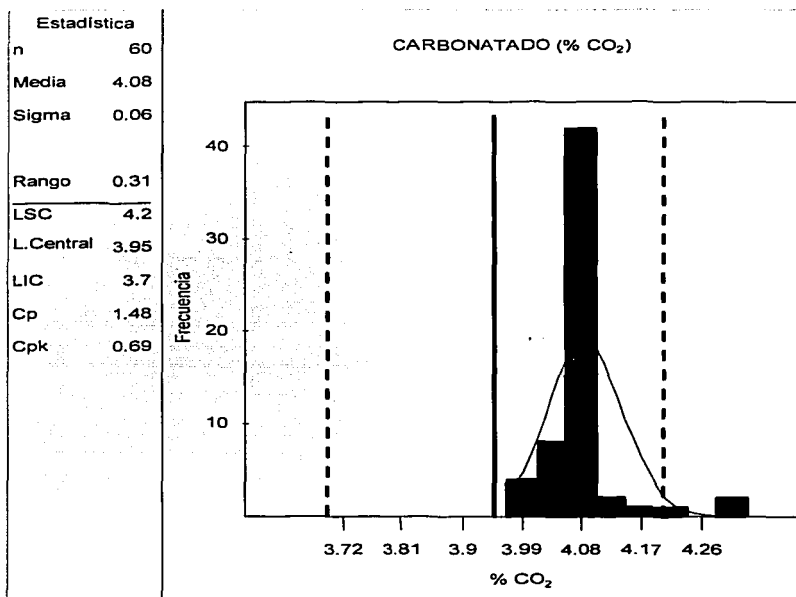
TABLA XXVI. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en % CO₂

DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂
1	4.04	16	4.1	31	4.1	46	3.99
2	4.1	17	4.1	32	4.1	47	3.99
3	3.99	18	4.1	33	4.1	48	4.1
4	3.99	19	4.03	34	4.06	49	4.1
5	4.1	20	4.03	35	4.06	50	4.1
6	4.16	21	4.1	36	4.06	51	4.03
7	4.3	22	4.07	37	4.06	52	4.1
8	4.13	23	4.1	38	4.06	53	4.1
9	4.3	24	4.03	39	4.07	54	4.2
10	4.07	25	4.03	40	4.1	55	4.1
11	4.07	26	4.1	41	4.07	56	4.1
12	4.07	27	4.1	42	4.07	57	4.1
13	4.13	28	4.1	43	4.03	58	4.07
14	4.1	29	4.06	44	4.06	59	4.03
15	4.1	30	4.06	45	4.06	60	4.1

Datos obtenidos de línea 3 producto 1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

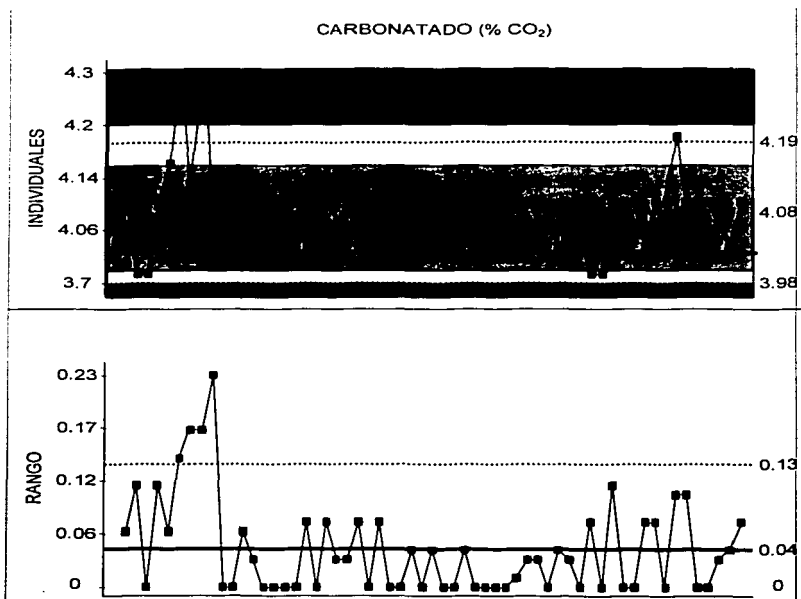
FIGURA 51. Capacidad de proceso en carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 3 producto 1.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

FIGURA 52. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 3 producto 1.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

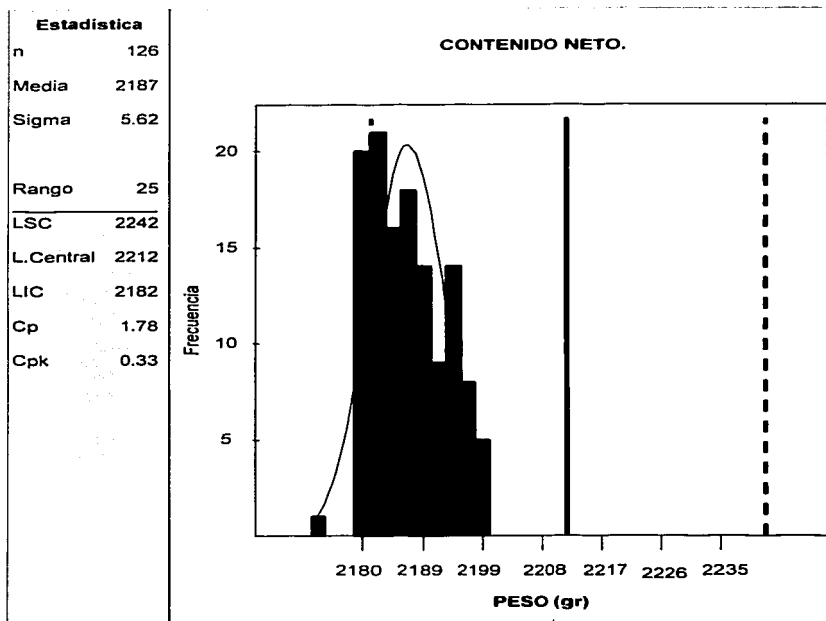
TABLA XXVII. Contenido neto de cada una de las muestras.

DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2185	33	2194	65	2195	97	2183
2	2181	34	2180	66	2192	98	2184
3	2190	35	2187	67	2194	99	2185
4	2194	36	2196	68	2185	100	2186
5	2183	37	2192	69	2185	101	2182
6	2198	38	2185	70	2184	102	2187
7	2195	39	2190	71	2180	103	2185
8	2191	40	2189	72	2195	104	2180
9	2185	41	2183	73	2192	105	2187
10	2197	42	2196	74	2194	106	2190
11	2180	43	2181	75	2187	107	2184
12	2182	44	2194	76	2190	108	2185
13	2199	45	2181	77	2181	109	2188
14	2189	46	2196	78	2188	110	2184
15	2181	47	2187	79	2180	111	2192
16	2181	48	2183	80	2187	112	2181
17	2188	49	2187	81	2192	113	2182
18	2181	50	2190	82	2183	114	2180
19	2198	51	2186	83	2195	115	2186
20	2195	52	2183	84	2187	116	2193
21	2190	53	2181	85	2194	117	2188
22	2198	54	2186	86	2187	118	2189
23	2183	55	2180	87	2180	119	2180
24	2199	56	2188	88	2197	120	2174
25	2182	57	2191	89	2188	121	2195
26	2194	58	2185	90	2182	122	2192
27	2185	59	2194	91	2180	123	2182
28	2197	60	2188	92	2184	124	2180
29	2186	61	2182	93	2182	125	2185
30	2192	62	2183	94	2190	126	2189
31	2187	63	2192	95	2187		
32	2197	64	2190	96	2197		

Datos obtenidos de línea 3 producto 1.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

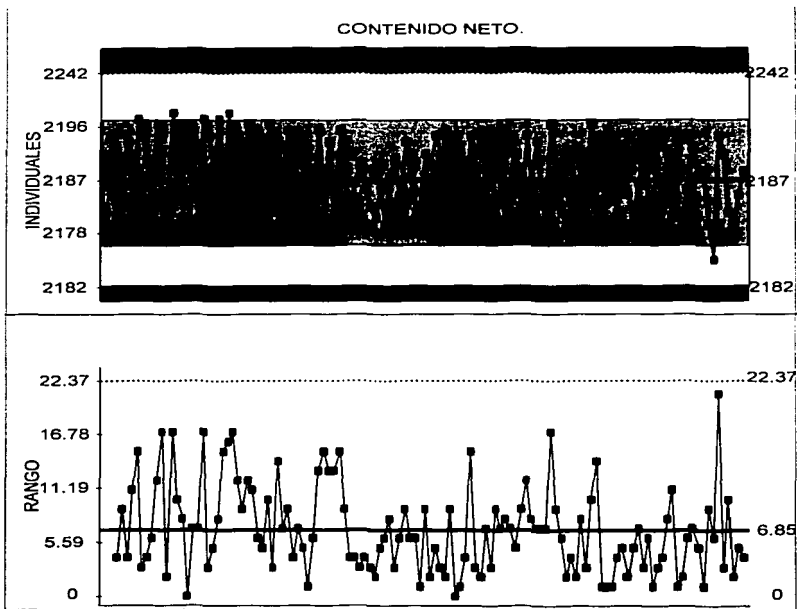
FIGURA 53. Capacidad del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 3 producto 1.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 54. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 3 producto 1.

YESES CON
FALLA DE OXIGEN

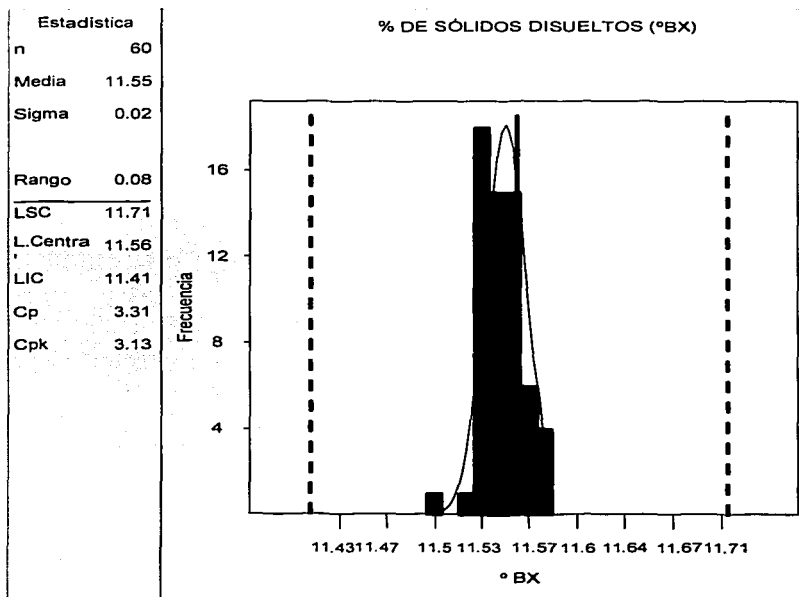
TABLA XXVIII. Porcentaje de sólidos disueltos expresados en ° BRIX.

DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX	DATO	° BRIX
1	11.54	16	11.57	31	11.56	46	11.53
2	11.54	17	11.56	32	11.54	47	11.58
3	11.55	18	11.56	33	11.55	48	11.58
4	11.57	19	11.56	34	11.58	49	11.57
5	11.55	20	11.58	35	11.55	50	11.55
6	11.53	21	11.56	36	11.55	51	11.54
7	11.56	22	11.57	37	11.5	52	11.54
8	11.55	23	11.54	38	11.52	53	11.54
9	11.54	24	11.57	39	11.54	54	11.56
10	11.57	25	11.56	40	11.54	55	11.55
11	11.56	26	11.56	41	11.54	56	11.56
12	11.56	27	11.55	42	11.55	57	11.55
13	11.54	28	11.54	43	11.55	58	11.55
14	11.54	29	11.55	44	11.56	59	11.55
15	11.56	30	11.56	45	11.53	60	11.54

Datos obtenidos de línea 3 producto 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

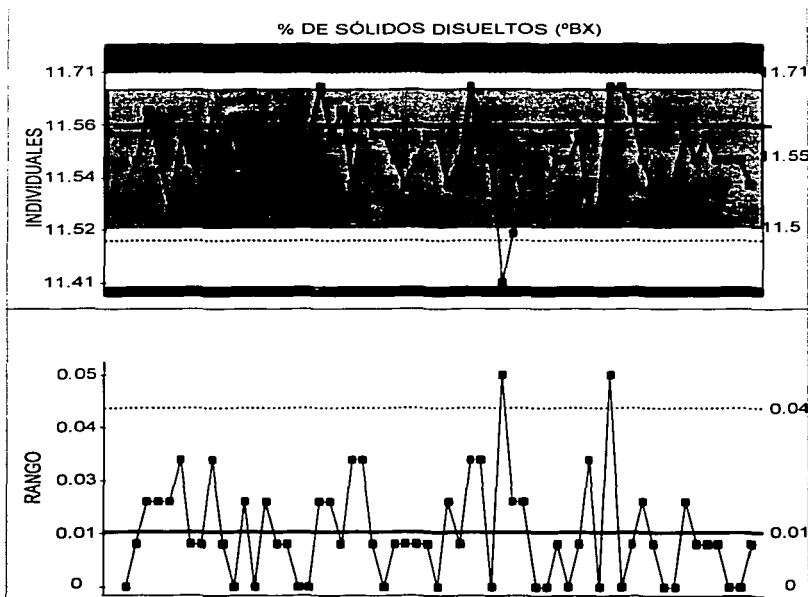
FIGURA 55. Capacidad de proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 3 producto 2.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

FIGURA 56. Gráfica de control del proceso de % de sólidos disueltos (°BX).



Datos obtenidos de línea 3 producto 2.

TESTE COM
FALLA DE ORIGEN

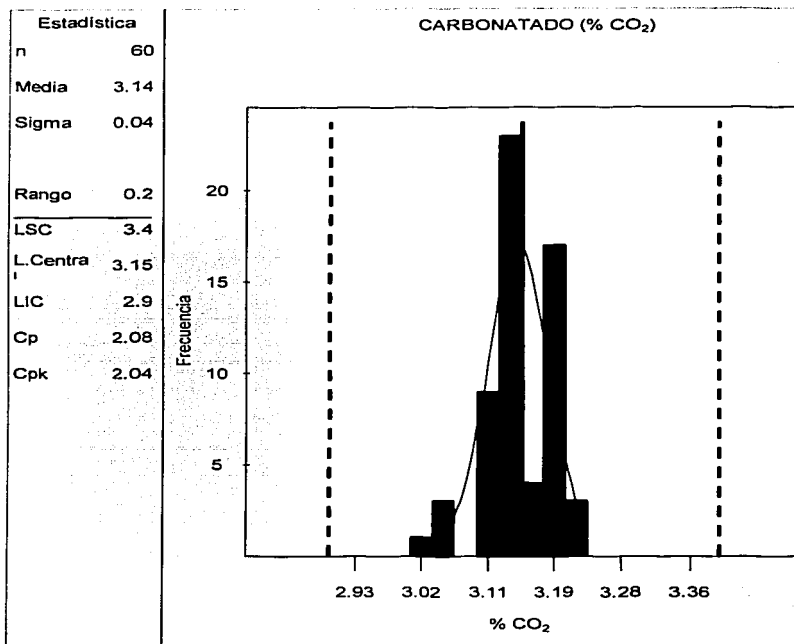
TABLA XXIX. Porcentaje de Bióxido de Carbono expresado en % CO₂

DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂	DATO	% CO ₂
1	3.14	16	3.14	31	3.18	46	3.1
2	3.06	17	3.18	32	3.18	47	3.15
3	3.02	18	3.18	33	3.18	48	3.15
4	3.06	19	3.14	34	3.21	49	3.15
5	3.06	20	3.18	35	3.22	50	3.15
6	3.1	21	3.18	36	3.21	51	3.1
7	3.14	22	3.14	37	3.14	52	3.1
8	3.14	23	3.14	38	3.14	53	3.1
9	3.14	24	3.14	39	3.14	54	3.1
10	3.14	25	3.18	40	3.14	55	3.19
11	3.14	26	3.18	41	3.14	56	3.19
12	3.14	27	3.18	42	3.14	57	3.1
13	3.1	28	3.14	43	3.14	58	3.1
14	3.14	29	3.18	44	3.14	59	3.19
15	3.18	30	3.18	45	3.14	60	3.19

Datos obtenidos de línea 3 producto 2.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

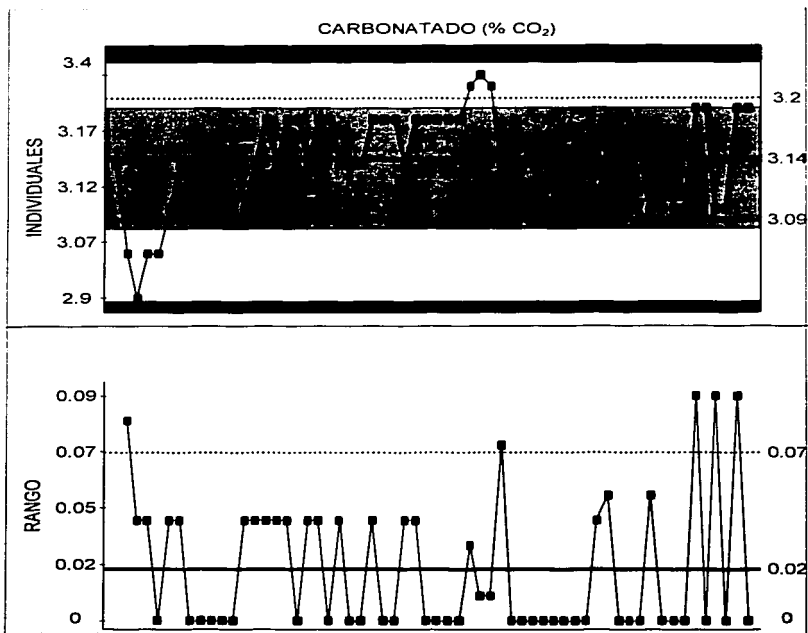
FIGURA 57. Capacidad de proceso en carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 3 producto 2.

DATOS CON
 ORIGEN

FIGURA 58. Gráfica de control del proceso carbonatado (% CO₂).



Datos obtenidos de línea 3 producto 2.

SE
 CON
 DE ORIGEN

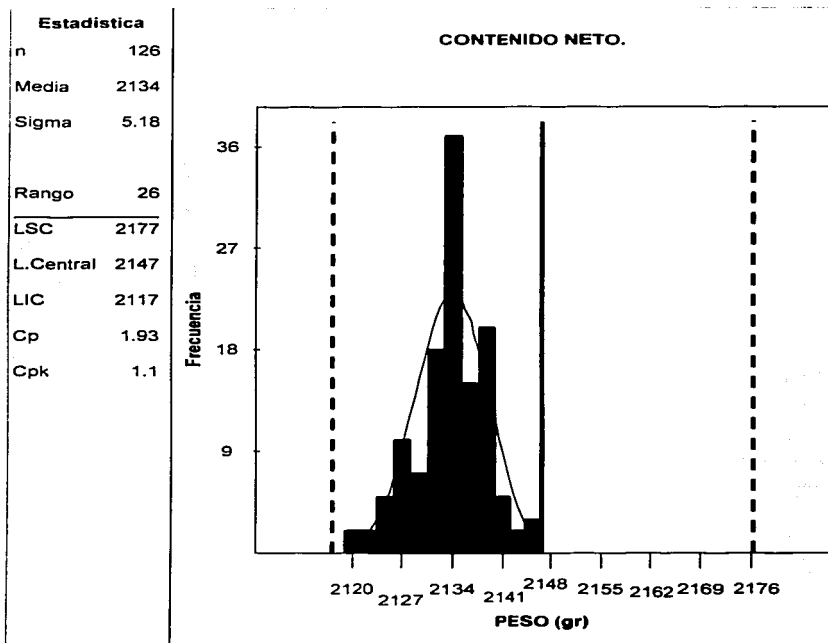
TABLA XXX. Contenido neto de cada una de las muestras.

DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO	DATO	C. NETO
1	2127	33	2136	65	2142	97	2129
2	2126	34	2140	66	2135	98	2137
3	2131	35	2134	67	2138	99	2132
4	2134	36	2134	68	2134	100	2135
5	2130	37	2129	69	2135	101	2135
6	2132	38	2125	70	2137	102	2138
7	2128	39	2129	71	2134	103	2139
8	2134	40	2128	72	2135	104	2135
9	2134	41	2126	73	2124	105	2133
10	2140	42	2124	74	2124	106	2132
11	2139	43	2135	75	2139	107	2132
12	2120	44	2134	76	2125	108	2135
13	2130	45	2136	77	2128	109	2134
14	2120	46	2132	78	2135	110	2136
15	2127	47	2139	79	2134	111	2134
16	2132	48	2135	80	2132	112	2135
17	2129	49	2136	81	2142	113	2139
18	2122	50	2138	82	2144	114	2135
19	2135	51	2135	83	2146	115	2134
20	2136	52	2137	84	2144	116	2132
21	2140	53	2132	85	2145	117	2136
22	2141	54	2135	86	2132	118	2122
23	2138	55	2131	87	2127	119	2129
24	2137	56	2131	88	2128	120	2136
25	2140	57	2133	89	2128	121	2137
26	2141	58	2131	90	2132	122	2135
27	2135	59	2132	91	2135	123	2136
28	2138	60	2138	92	2136	124	2135
29	2136	61	2132	93	2134	125	2136
30	2140	62	2140	94	2135	126	2132
31	2134	63	2140	95	2135		
32	2134	64	2145	96	2140		

Datos obtenidos de línea 3 producto 2.

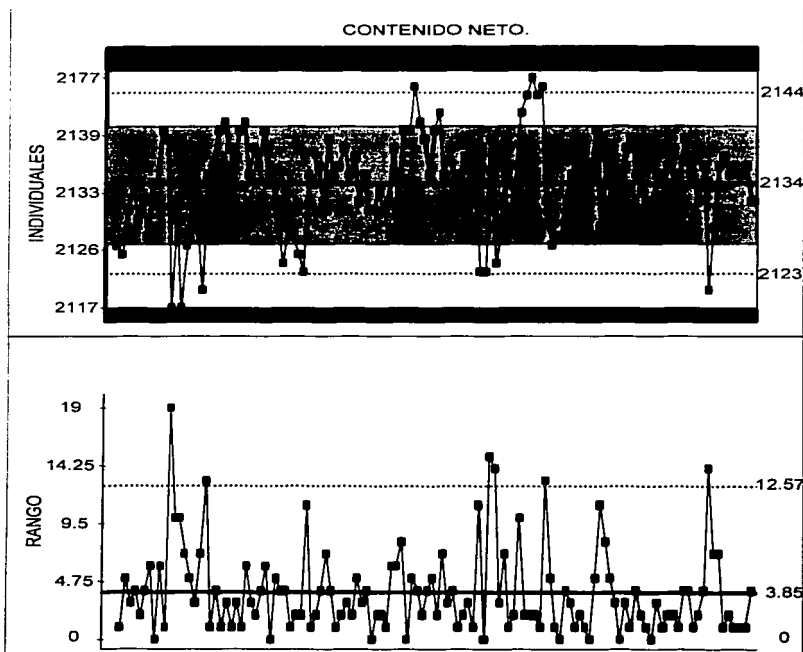
ISIS CON
FALLA DE ORIGEN

FIGURA 59. Capacidad del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 3 producto 2.

FIGURA 60. Gráfica de control del proceso contenido neto.



Datos obtenidos de línea 3 producto 2.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las tablas que se presentan a continuación representan las condiciones deseables para cada línea y para cada producto.

TABLA XXXI. Condiciones de operación del equipo contimix en inicio de producción de línea 1 en área de jarabes.

CONTIMIX LINEA 1					
SABOR	PRE	PRESIÓN	DE FLUJO	DESVIACIÓN	TEMPERATURA
	CARBONATACIÓN	CARBONATADOR			CHILLER °F
MANZANA	0	40 - 42	1.15	0	50.6 - 60.4
TORONJA	0	50 - 55	2.2	0	34.6 - 39
COLA	0	50 - 55	2.2	0	34.6 - 39
NARANJA	0	40 - 43	1.8	0	53 - 59
LIMON	0	52	1.75	0	50 - 54

TABLA XXXII. Condiciones de operación del equipo contimix en inicio de producción de línea 3 en área de jarabes.

CONTIMIX LINEA 3					
SABOR	PRE	PRESIÓN	DE FLUJO	DESVIACIÓN	TEMPERATURA
	CARBONATACIÓN	CARBONATADOR			CHILLER °F
MANZANA	0	40 - 42	1.75	0	60.9 - 52.0
TORONJA	0	55	2.65	0	36.1 - 41.0
COLA	0	55	2.65	0	36.1 - 41.0
NARANJA	0	40	2	0	52 - 56
LIMON	0	45	2.35	0	49 - 55

TESIS CON
VALLE DE ORIGEN

TABLA XXXIII. Condiciones de operación del equipo contimix para el proceso normal de operación de línea 1.

CONTIMIX LÍNEA 1					
SABOR	PRE CARBONATACIÓN	PRESIÓN DE CARBONATADOR	FLUJO	DESVIACIÓN	TEMPERATURA CHILLER
MANZANA	0	42 – 45	1.15	1	50 - 55
TORONJA	0	56 – 57	2.2	0.9	36 - 39
NARANJA	0	44 – 45	1.8	0.9	55 - 57
LIMÓN	0	54	1.75	0.6	56 - 59

TABLA XXXIV. Condiciones de operación del equipo contimix para el proceso normal de operación de línea 3.

CONTIMIX LÍNEA 3					
SABOR	PRE CARBONATACIÓN	PRESIÓN DE CARBONATADOR	FLUJO	DESVIACIÓN	TEMPERATURA CHILLER
MANZANA	0	40 - 43	1.75	0.8	51 - 53
TORONJA	0	55	5.65	0.6	34 - 36
NARANJA	0	45	2	0.9	48 - 53
LIMÓN	0	54 – 57	2.35	0.9	49 - 53

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TABLA XXXV. Condiciones de operación de llenadora de la línea 1 de producción para cada uno de los sabores a embotellar.

PRESENTACIÓN	FLUJO	PRESIÓN 1	PRESIÓN 2	PRESIÓN 3	PRESIÓN 4
COLA	1.50	52.0	3.5	3.8	3.2
LIMÓN	1.75	58.0	3.8	4.2	3.4
TORONJA	2.20	57.0	4.0	4.2	3.4
NARANJA	1.80	42.0	3.5	4.2	3.4
MANZANA	1.15	44.0	3.2	4.6	3.2

TABLA XXXVI. Condiciones de operación de llenadora de la línea 3 de producción para cada uno de los sabores a embotellar.

PRESENTACIÓN	FLUJO	PRESIÓN 1	PRESIÓN 2	PRESIÓN 3	PRESIÓN 4
COLA	2.00	52.0	3.5	3.8	3.2
LIMÓN	2.35	52.0	3.8	4.2	3.4
TORONJA	2.65	57.0	4.0	4.2	3.4
NARANJA	2.10	40.0	3.5	4.2	3.4
MANZANA	1.75	38.0	3.2	4.6	3.2

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA XXXVII. Condiciones de operación de llenadora 2A de la línea 2 de producción para cada uno de los sabores a embotellar.

PRESENTACIÓN	FLUJO	PRESIÓN 1	PRESIÓN 2	PRESIÓN 3	PRESIÓN 4
COLA	28.00	55.0	4.4	4.8	3.6
LIMÓN	30.00	50.5	4.2	4.4	3.4
TORONJA	28.00	52.0	4.2	5.2	3.8
NARANJA	28.00	39.0	2.6	3.6	3.2
MANZANA	24.00	41.0	3.3	4.0	3.6

TABLA XXXVIII. Condiciones de operación de llenadora 2 B de la línea 2 de producción para cada uno de los sabores a embotellar.

PRESENTACIÓN	FLUJO	PRESIÓN 1	PRESIÓN 2	PRESIÓN 3	PRESIÓN 4
COLA	28.00	54.0	3.6	4.1	4.0
LIMÓN	30.00	53.6	3.4	4.8	3.8
TORONJA	28.00	53.7	3.6	4.2	3.8
NARANJA	28.00	39.0	2.5	3.6	3.2
MANZANA	24.00	42.0	2.8	4.0	3.8

Donde

La presión 1 es la presión del carbonatador en psi

La presión 2 es la presión de la bebida (Kgf/ cm²)

La presión 3 es la presión de aire estéril (Kgf/ cm²)

La presión 4 es la presión de órganos de elevación de llenadora (Kgf/cm²)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

TABLA XXXIX: Tabla de control de carbonatación.

Punto de Control	Variable Terminal	Punto de Medición	Tamaño de Muestra	Unidad de Medición	Equipo de Medición	Frecuencia	Responsable de medición	Especificación	Manual y Código de Referencia MCB	Código de Proced. Interno	Código del Registro
Saneamiento		Báscora	N/A	NA	Visual	Cada Arranque	Facilitador	Cumplir con programa de saneamiento	CS-R-162 1	PR-PO-040 PR-PO-041	RG-AC-041
Presión de aire		Carbonatación	N/A	KG/CM2	Manómetro	Al Arranque	Comodin	De 5 a 7	Manual de Operación del Carbonatador	PR-PO-039	RG-PO-021
Presión de CO2		Carbonatación	N/A	KG/CM2	Manómetro	Al Arranque	Comodin	De 4 a 6	Manual de Oper del Carbonatador	PR-PO-039	RG-PO-021
Presión de Agua		Filtro pulidor	N/A	KG/CM2	Manómetro	Al Arranque	Técnico Tratamiento de Aguas	De 2.5 a 4	Manual de Oper del Carbonatador	PR-PO-039	RG-PO-021
Pres. de succión Amoniaco		Compresores de Amoniaco	N/A	KG/CM2	Manómetro	Al Arranque	Técnico Tratamiento de Aguas	2.5 a 3.2	Manual de Oper del Carbonatador	PR-PO-039	RG-PO-021
	Equipo. en cond. de arranque	Carbonatación	N/A	N/A	Visual	Al Arranque	Comodin operador Llenadora	Tener las condiciones adecuadas	Manual de Oper del Carbonat	PR-PO-039	RG-PO-021
Temperatura de Agua		Carbonatación	N/A	°C	Termómetro	Al Arranque	Comodin Oper Llenadora	2 a 4	Manual de Oper Del Carbonatador	PR-PO-039	RG-PO-021
Concentración. De cloro		Carbonatación	6 ml	Ppm	Kit Microquant	Al Arranque	Comodin Oper Llenadora	0	MCB CS-R-162 1	PR-PO-026	RG-AC-041
	Equipo en condiciones Carbonatación	Carbonatación	N/A	N/A	Visual	Arranque	Comodin operador Llenadora	Equipo sin cloro y Temperatura adecuada	Manual de Oper. Del Carbonatador	PR-PO-039	RG-PO-021
Presión de CO2		Carbonatación	N/A	PSI	Taylor	Al Arranque	Analista de Calidad	55 a 75	Manual de Oper. Del Carbonatador	PR-PO-039	RG-PO-021
Temperatura de producto		Carbonatación	N/A	°C	Taylor	Al Arranque	Analista de Calidad	2 a 4	Manual de Oper. Del Carbonatador	PR-PO-039	RG-PO-021
	Carbonatación	Producto	Una botella	VOL. CO2	Zahn & Nagel Termómetro	Al Arranque	Analista de Calidad	Cola 4.0 ± 0.15	PA-R-174 3, BV-L-009 01 Circular no 58 BV-S-001, BV-S-002	MN-AC-007	RG-AC-035
Presión de CO2		Carbonatación	N/A	PSI	Taylor	C/2 Horas	Analista de Calidad	55 a 75	Manual de Oper Del Carbonatador	PR-PO-039	RG-PO-021
Temperatura de Producto	Cp	Carbonatación N/A	N/A 16 botellas	N/A	Calculadora	Por Turno	Analista de Calidad Sup. Calidad	2 a 4 Exactitud = 0.07 Cp = 1.33	Manual de Oper. Del Carbonatador Circular no 58 BV-S-001, BV-S-002	PR-PO-039	RG-PO-021

TESTES CON FALLA DE ORIGEN

La siguiente tabla nos indica la longitud de los tubos de venteo propuestos para la parte de llenado de las líneas de producción consideradas

TABLA XL. Tabla de medidas para tubos de venteo por sabor y por presentación.

PRESENTACIÓN	PESO EN grs.	MEDIDA EN mm. DE	MEDIDA EN mm. DE
2L RP		TUBOS CON CUERDA	TUBOS DE CAMBIO RAPIDO
COLA	2212	104	123
MANZANA	2214	104	123
TORONJA	2220	105	124
NARANJA	2225	106	125
LIMÓN	2220	107.5	128
PRESENTACIÓN	PESO EN grs.	MEDIDA EN mm. DE	MEDIDA EN mm. DE
2L NR		TUBOS CON CUERDA	TUBOS DE CAMBIO RAPIDO
COLA	2144	110	128
MANZANA	2146	110	128
TORONJA	2147	117	129
NARANJA	2152	107.5	130
LIMÓN	2147	113	128

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

La siguiente tabla indica las especificaciones de las condiciones para el desempeño del proceso.

TABLA XLI Especificaciones de desempeño del proceso.

PROCESO	ESPECIFICACIONES DE MUESTRAS INDIVIDUALES		PRECISIÓN DEL PROCESO	EXACTITUD DEL PROCESO
	L.S.E.	L.I.E.	$C_p = (L.S.E. - L.I.E.) / 6s$	$ d $
PROPORCIONAMIENTO				
PRODUCTOS DE AZÚCAR	+ 0.15 ° BRIX	- 0.15 ° BRIX	≥ 1.33	≤ 0.04 ° BRIX
CARBONATACIÓN	+ 0.25 VOL.	- 0.25 VOL.	≥ 1.33	≤ 0.07 VOL.
LLENADO				
(CONTENIDO NETO)				
VOL. < 1000 ml	(+ 2.5 %)	(- 2.5 %)	≥ 1.33	≤ 0.7 %
VOL. \geq 1000 ml	(+ 1.5 %)	(- 1.5 %)	≥ 1.33	≤ 0.4 %

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Donde:

C_p = Índice de la capacidad potencial del proceso

S = Desviación estándar

$|d|$ = Diferencia del promedio respecto al valor nominal (Valor promedio del proceso – Valor nominal especificado)

L.S.E. = Límite superior de especificación

L.I.E. = Límite inferior de especificación

NOTA 3: C_p , C_{pk} y $|d|$ para variables terminales: CO_2 , °Bx y llenado en producto terminado para liberación de producto.

8. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En la industria en general las elevadas velocidades en líneas de producción van relacionadas con altas variabilidades en los procesos, los cuales se tratan de disminuir con equipos o tecnología de punta. Para tener éxito en la fabricación de los productos se debe de determinar la variabilidad existente en los productos y en los procesos.

Los índices o indicadores de calidad en la industria embotelladora no son la excepción y debido a lo dinámico de los procesos, las variables sufren constantemente modificaciones por diversos factores, lo cual tiene un efecto directo sobre la calidad del producto.

En este trabajo se midió y evaluó la variabilidad de las características o de los atributos de calidad de los productos fabricados. Cuando por alguna razón se encontraban datos fuera de especificación se realizaba el siguiente análisis para determinar la causa raíz:

- Lluvia de ideas.
- Diagrama de causa-efecto.
- Diagrama de Pareto
- Diagrama de Ishikawa
- Los 5 porqué.

Todo lo anterior basado en el diagrama de Deming que es Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA).

De este análisis se deriva un plan de trabajo específico asignando el qué, quién, cuándo, cómo y dónde dependiendo de la desviación y del proceso.

ANÁLISIS DE LA LÍNEA 1

El comportamiento de la línea uno en el proceso proporcionado para los tres productos que maneja esta línea (ver tabla 0) fueron normales. De los datos de las tablas I, IV y VII se obtuvieron las capacidades de proceso de los sólidos disueltos (Brix) de cada uno de los productos dando como resultado 1.59, 2.66 y 1.82 respectivamente (figuras 1, 7 y 13) y, aunque las figuras de control (figuras 2, 8 y 14) muestran mucha variabilidad, los datos se comportaron en forma normal, los puntos que se encontraron fuera de normas se debieron básicamente a una mala determinación que se realizó por parte del personal responsable del proceso.

Las acciones que se llevaron a cabo en ese momento fueron tomar otra muestra para verificar si existía tal desviación dando como resultado un dato dentro de los rangos de trabajo establecidos o dentro normas concluyendo que la desviación fue por un error de medición.

El proceso de carbonatado para los mismos tres productos producidos en la línea 1 también tuvieron un comportamiento normal, los datos se tomaron de las tablas II, V y VIII y las capacidades de proceso fueron de 1.32, 1.63 y 1.42 respectivamente (figuras 3, 9 y 15) Las figuras de control (figuras 4, 10 y 16) de este proceso nos muestran poca variabilidad y aunque hay valores con tendencias a los límites inferiores y superiores se consideró dentro de las variaciones propias del proceso. La figura 4 muestra 16 registros con el mismo valor, esto no significa que no haya existido alguna variación, ya que las variaciones estuvieron entre estas lecturas y los valores en el proceso simplemente coincidieron. Las figuras de control 4 y 10 muestran un comportamiento con valores desplazados hacia el límite inferior de control, esto debido a que estos productos (Naranja y Manzana) tienen poca pérdida de Bióxido de Carbono

durante el tiempo que permanecen en el mercado, mientras que la figura 16 muestra una tendencia en los valores hacia el límite superior de control, esto debido a que en este producto (Toronja) se sobrecarbonata ($\%CO_2$ arriba de las especificaciones) durante el proceso debido a que es un producto muy sensible a la pérdida de Bióxido de Carbono en el tiempo de vida de anaquel.

Finalmente los valores de Contenido Neto para esta línea y estos productos se tomaron de las tablas III, VI y IX y, aunque el comportamiento fue normal el proceso no cumple por sí mismo con los requerimientos mínimos para garantizar la calidad del producto ya que los valores de Cpk obtenidos fueron 0.83, 0.87 y 0.85 como lo muestran las figuras 5, 11 y 17. Las figuras 5 y 6 muestran cómo el proceso tiene mucha variabilidad dando como resultado que algunos de los valores se desplacen hacia el límite inferior de control. Las figuras 11 y 12 nos muestran también cómo los valores se desplazan hacia el límite inferior de control poniendo en riesgo la operación ya que hay valores que casi se salen de control. De igual manera las figuras 17 y 18 muestran una tendencia de los valores obtenidos hacia el límite inferior de control poniendo de igual manera en riesgo la operación. Estas desviaciones se corrigieron modificando las condiciones de operación de la llenadora (utilizando como herramientas de apoyo la lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa y ejecución de las mejoras propuestas mediante un plan de trabajo).

ANÁLISIS DE LA LÍNEA 2

El comportamiento de esta línea de producción para los cinco productos en el proceso de sólidos disueltos fue muy variable ya que en algunos de los productos que se embotellan los procesos sí cumplen con los estándares (como los productos de Naranja y de Cola) y en algunos otros no cumplen (como los productos de Manzana,

Toronja y Limón). Los datos se tomaron de las tablas X, XIII, XVI, XIX y XXII. Las figuras 19, 25, 31, 37 y 43 nos muestran la capacidad del proceso que tiene esta línea de producción para cada uno de los productos en el proceso de proporcionado. Los valores 1.82 y 1.68 (figuras 19 y 43) nos muestran cómo el índice de capacidad del proceso cumple con los requisitos establecidos y que el rango de variación del proceso cae dentro de la especificación dando como resultado que el proceso es capaz de cumplir, y, aunque las figuras de control (figuras 20 y 44) muestran variaciones incluso con valores con tendencias hacia el límite superior e inferior, éstas, no se salen de los límites de control asegurando que el lote de producción cumple con las especificaciones estipuladas. La capacidad de proceso del resto de los productos (Manzana (1.06), Toronja (0.96) y Limón (1.17)) no cumplen con los estándares, lo que nos indica que el rango de variación con el que opera el proceso es mayor al rango de variación permitido por las especificaciones como lo indican las figuras 25, 31 y 37. las figuras de control 26, 32 y 38 nos muestra la gran dispersión de valores que se tienen en estos productos dando valores incluso en los límites de control inferior y superior. Estas grandes desviaciones de proceso para estos productos tienen dos causas: una es el sistema de refrigeración ya que la variación que existe en este sistema de enfriamiento es directamente proporcional a la variación de % de sólidos disueltos, la generación de escarcha dentro del sistema de refrigeración aumenta el % de sólidos disueltos debido al congelamiento del agua en las placas de enfriamiento; la otra es la variación de los niveles de los vasos de jarabe terminado y de agua los cuales requieren de una máxima estabilidad para así evitar variaciones en el % de sólidos disueltos (°Bx).

De las tablas XI, XIV, XVII, XX XXIII se tomaron los valores para el estudio del proceso de carbonatado para los productos 1 al 5. El comportamiento en este proceso de carbonatado para todos los productos cumplió con los estándares, es decir que el rango de variación permitido para este proceso fue menor que el rango permitido por las especificaciones. Los valores de las capacidades de proceso fueron 1.74, 1.49, 1.48, 2.51 y 1.68 como se muestran en las figuras 21, 27, 33, 39 y 45. Las figuras de control 22, 28, 34, 40 y 46 muestran variabilidad con algunos puntos muy pegados a los límites de control inferior y superior, estos valores se desplazaron a estos límites acompañados previamente por una tendencia, pero aún con esa variabilidad el proceso fue capaz de cumplir con las normas establecidas. Por otro lado para los productos 1 y 4 (Naranja y Limón) los niveles de carbonatado no son tan altos por lo que la pérdida de % Bióxido de Carbono es mínima no requiriendo un sobrecarbonatado. Caso contrario de los productos 2, 3 y 5 (Manzana, Toronja y Cola) los cuales requieren de un sobrecarbonatado debido a la pérdida de Bióxido de Carbono que se genera durante el tiempo de vida de anaquel.

En el proceso de Contenido Neto para estos productos, los estudios fueron obtenidos de los datos de las tablas XII, XV, XVIII, XXI y XXIV. El índice de capacidades de proceso para estos productos fueron 1.66, 1.41, 2.07, 2.63 y 3.04 como se muestra en las figuras 23, 29, 35, 41 y 47. Las figuras 23, 29 y 47 muestran desplazamiento de los valores hacia el límite inferior de control; por el contrario, las figuras 35 y 41 muestran desplazamiento de los valores hacia el límite de control superior y, aunque se muestran estos desplazamientos, el proceso de llenado (Contenido Neto) en si es "capaz", es decir, el rango de variación con que opera el proceso es menor al rango de variación permitido por las especificaciones. Las figuras de control 24, 30, 36, 42 y 48 muestran

de igual manera la variación durante el proceso y el desplazamiento de algunos de los valores hacia un límite de control inferior y superior en relación al valor central. Las variaciones en este proceso se debieron a las diferencias en velocidades de llenado así como a las diferentes condiciones de operación entre los productos embotellados en esta línea.

ANÁLISIS DE LA LÍNEA 3

El comportamiento en la línea 3 para los dos productos elaborados y para el proceso de sólidos disueltos ($^{\circ}\text{Bx}$) fue muy bueno ya que los valores de índice de capacidad de proceso fueron 1.95 y 3.31 como se muestran en las figuras 49 y 55. Los datos se tomaron de las tablas XXV y XXVIII. Las figuras de control 50 y 56 muestran variabilidad en el proceso pero estas variaciones se encuentran distribuidas en forma simétrica, es decir, con el mismo desplazamiento tanto hacia el límite inferior como al límite superior y mostrando un buen comportamiento sobre la línea central. En general, se puede decir que para el proceso de sólidos disueltos esta línea de producción cumple sobradamente ya que el rango de variación del proceso es mucho menor que el rango de variaciones permitido por las especificaciones.

Para el proceso de carbonatado los datos se tomaron de las tablas XXVI Y XXIX. Las figuras de capacidad de proceso (figuras 51 y 57) nos muestran el índice de capacidad de proceso 1.48 y 2.08 lo que significa que el proceso es capaz de cumplir con el rango de variaciones de las especificaciones. La gráfica 51 muestra un desplazamiento hacia la derecha lo que nos indica que hay un sobrecarbonatado en el producto 1 (Cola), este exceso de Bióxido de Carbono (al igual que las líneas anteriores) se explica por la prevención de pérdida del mismo durante la vida de anaquel. Caso contrario en el producto 2 (Limón), la figura 57 muestra cómo los valores

están distribuidos en la línea central, esto debido a que este producto no sufre ninguna pérdida de Bióxido de Carbono durante la vida de anaquel debido a que los volúmenes de éste son menores que los que se manejan en el producto 1. Por otro lado, la figura 52 muestra algunos valores que incluso salen de los límites de control superior, estos valores se deben a que en este producto se sobrecarbonata para asegurar la vida del producto en el anaquel.

Para el proceso contenido neto los valores se tomaron de las tablas XXVII Y XXX. Las capacidades de proceso fueron 1.78 y 1.93 como lo muestran las figuras 53 y 59.

Aunque el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones, las figuras están desplazadas hacia el límite inferior de control, es decir, por debajo del valor central. Las figuras de control 54 y 60 muestran la dispersión de los datos de Contenido Neto tanto arriba como debajo de la línea media.

El análisis de los resultados (de los procesos de sólidos disueltos y carbonatado) y las acciones correctivas que se generaron en su momento (para que el proceso se comportara dentro del rango de variación) nos dió como beneficios las condiciones de operación para cada línea y para cada producto mismos que se presentan en la tablas : XXXI, XXXII, XXXIII, XXXIV, XXXV, XXXVI, XXXVII, XXXVIII Y XXXIX.

Otro de los beneficios que se obtuvo con este estudio fue la definición de la longitud de los tubos de venteo (parte de la llenadora) con el propósito de que el contenido neto de cada uno de los productos estén lo más cercano a la medida de la especificación y lo más importante, que el rango de variación de llenado sea menor que el rango permitido por las especificaciones, esta determinación de longitud de tubos de venteo se realizó por presentación y sabor (tabla XL y XLI)

Finalmente se definieron las reglas de seguimiento y aplicación de las figuras de control a monitorear en los procesos de sólidos disueltos, carbonatado y contenido neto:

Regla número 1. Un sólo punto cae fuera de los límites de control (se marca con un círculo el punto que cae fuera)

Regla número 2. Dos de tres puntos consecutivos caen en la zona "A" o fuera de los límites, sólo dos puntos cuentan, uno de los tres pudo caer en cualquier parte (se marca con un círculo el segundo de los dos puntos)

Regla número 3. Cuatro de cinco puntos consecutivos caen en la zona "B" o más, sólo cuentan cuatro puntos por lo que uno de los cinco pudo haber caído en cualquier parte (se marca solamente el cuarto punto con un círculo)

Regla número 4. Ocho puntos sucesivos por arriba de la línea central en cualquier zona, o bien por debajo de la línea central (se marca sólo el octavo punto con un círculo)

9. CONCLUSIONES.

Con relación a los proceso de % de sólidos disueltos ($^{\circ}\text{Bx}$) y de carbonatado (% Bióxido de Carbono ($\% \text{CO}_2$)) se definieron condiciones de operación en los inicios de producción así como durante la operación normal.

Se determinaron los puntos de control y variables terminales de cada proceso.

Se evaluaron las condiciones de los equipos desde el punto de vista de mantenimiento.

Se evaluaron la calibración y el mantenimiento de los equipos de medición, así como la resolución de los mismos.

Con relación al proceso de contenido neto, se definieron las condiciones de operación de los equipos de embotellado.

Se determinó la longitud de los tubos de venteo, con la finalidad de garantizar la media específica

Se establecieron los lineamientos generales para la implementación de monitoreo y control (M y C) y del control estadístico del proceso (CEP) en el proceso de embotellado (Carbonatado, sólidos disueltos y contenido neto)

Se definieron las reglas generales para la implementación de los tres procesos (carbonatado, sólidos disueltos y contenido neto)

Regla 1. El valor aceptable para estos dos índices C_p y C_{pk} debe ser mayor o igual a 1.33. De no cumplirse esta condición activar acción correctiva.

Regla 2. Tomar en consideración las indicaciones de las especificaciones de desempeño de proceso.

Se capacitó y certificó al personal en las áreas de oportunidad de su proceso.

**Se capacitó al personal en el Monitoreo y control y control estadístico del proceso.
Los estudios realizados y mostrados aseguran que los procesos de embotellado
cumplen consistentemente con las especificaciones establecidas por la compañía
Se validaron y actualizaron los procedimientos, tablas de control y flujogramas.**

10. RECOMENDACIONES.

Para la implementación del Monitoreo y Control en cualquier área de la planta se recomienda lo siguiente:

1. Identificar los puntos de control y variables terminales a los cuales se va a aplicar monitoreo y control. Tomar como referencia el flujograma y la tabla de control para seleccionar el tipo de análisis a realizar (variable o atributo).
2. Establecer las condiciones de operación óptimas en términos de personal adecuado para el puesto, equipo en condiciones idóneas, mantenimiento y calibración de equipos e instrumentos de medición, materias primas dentro de especificación, para realizar el estudio estadístico.
3. Definir los criterios de muestreo y recopilación de datos. Se recomienda como mínimo tomar 50 muestras (por ejemplo: sabor, presentación, por línea, por lote, etc..) conservando las mismas condiciones de operación.
4. Desarrollar y elaborar el gráfico de control correspondiente.
5. Definir como parte de las responsabilidades del operador de proceso, el monitorear y controlar cada una de las variables, así como de aplicar las acciones correctivas, en caso de ser necesario.
6. Definir como parte de las responsabilidades del facilitador del área, el verificar el desempeño de las variables del proceso y determinar si es necesario activar el elemento de acciones correctivas o el de mantenimiento en el caso de alguna desviación presentada.

7. Aplicar el monitoreo y control (MyC) y el control estadístico del proceso (CEP) a los procesos mostrados en la tabla XLII

TABLA XLII. Tabla propuesta para realizar Monitoreo y Control y Control Estadístico del Proceso.

PROCESO	VARIABLE TERMINAL	PUNTO CRITICO	FRECUENCIA DE MUESTREO (mínimo)	RESPONSA BLE
RECEPCIÓN DE HFCS	Análisis microbiológico	Análisis microbiológico	En cada recepción	Analista de calidad microbiología
	Sólidos totales	Sólidos totales	En cada recepción	Analista de calidad microbiología
	Temperatura a la Recepción	Temperatura a la recepción	En cada recepción	Analista de calidad microbiología
RECEPCIÓN DE CONCENTRADO	Transporte refrigerado	Verificar temperatura del transporte	En cada recepción	Supervisor de jarabes
	Unidades de acuerdo a factura	Verificación de cantidades	En cada recepción	Supervisor de jarabes
	Relación directa con la calidad del producto	Verificación de las condiciones de las unidades	En cada recepción	Supervisor de jarabes
	Jarabe libre de contaminación microbiana	Verificar condición de tanque de polvos (saneado)	Al final de cada saneamiento	Analista de calidad microbiología
PREPARACIÓN DE JARABE TERMINADO	Jarabe libre de contaminación microbiana	Verificar condición de tanque de polvos	Al final de cada saneamiento	Analista de calidad microbiología
	Jarabe dentro de norma de brix	Verificación de tiempo de agitación para disolución de concentrado	En cada preparación	Supervisor de jarabes

TABLA XLII. (Continuación)

	Jarabe libre de contaminación microbiana	Verificar condición de tanque de jarabes	Al final de cada saneamiento	Analista de calidad microbiología
	Jarabe dentro de norma de brix	Transferencia de HFCS 55	En cada preparación	Supervisor de jarabes
		Agitación de agua tratada y fructosa HFCS 55	En cada preparación de jarabe	Supervisor de jarabes
		Agitación de todos los componentes del jarabe final	En cada preparación de jarabe	Supervisor de jarabes
		Agitación una vez que se se aproxima a brix final	En cada preparación de jarabe	Supervisor de jarabes
		Determinación de Brix final	En cada preparación	Supervisor de jarabes
LLENADO LÍNEA TRES	Evitar contaminación	Verificar tipo de agua en enjuagadora	Durante el saneamiento para cambio de sabor y se confirma antes de arrancar	Llenador
LLENADO LÍNEA TRES	Asegurar el correcto enjuague de envase	Revisar espreas y mangueras de enjuagadora	En cada arranque y en mantenimiento programado	Llenador y / o Mecánico
	Asegurar el correcto enjuague de envase	Verificar presión de agua de enjuagadora	Antes de arrancar y cada hora durante la producción	Llenador
	Concentración de cloro en agua suavizada	Verificar concentración de cloro en agua suavizada	Antes de arrancar y cada hora durante la producción	Analista de calidad

TABLA XLII. (Continuación)

	Asegurar contenido neto	Verificar el tamaño de los tubos y deflectores de a cuerdo al sabor a embotellar	En cada arranque	Llenador
		Verificar nivel y contrapresión en el tazón		
	Calidad de capsulado y torque	Verificar balines de todos los cabezales	En cada saneamiento y en mantenimiento programado	Llenador y/o macánico
		Verificar la existencia de los puntos antigiratorios		
	Calidad de codificado	Verificar calidad de codificado	Antes de arrancar la producción y después de Cada media hora	Llenador revisa que el codificado sea legible. El analista de calidad verifica que el precio y el día sea el correcto.
	Grados brix	Densidad de jarabe	En cada arranque de línea y cambio de tanque	Analista de calidad
Proporcionamiento de jarabes		Cada media hora	Analista de calidad	
Volumen de CO ₂	Temperatura de línea de mezcla	Cada media hora	Llenador	
	Presión de CO ₂			

11. LISTA DE REFERENCIAS.

1. Marques M J. Probabilidad y estadística para ciencias Químico Biológicas. México: McGraw-Hill, 1991: 1, 2, 163, 184 y 249.
2. Amsden T Robert, Butler E Howard y Amsden M Davida. Control estadístico del proceso simplificado. México: Panorama Editorial, 1993: 8, 14, 31-32, 77-78, 122, 126, 151 y 174.
3. Calpro. Control estadístico del proceso. México: Femsa, 1991: 2, 13, 31-34, 40-52.
4. Douglas C Montgomery. Control estadístico de la calidad. México: Grupo Editorial Iberoamericana, 1993: 21, 359, 502, 539-559 y 605.
5. William W Hines J Douglas C Montgomery. Probabilidad y estadística para ingeniería y administración. 2ª. ed. México: Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. 1986. 80-86, 225-248, 665-697 y 751.
6. Robert O Kuehl. Diseño de experimento. 2ª. ed. México: Thomson Learning, 2001: 16-42 y 148-157.
7. William W Hines, Douglas C Montgomery. Probabilidad y estadística para ingeniería y administración. 3ª. ed. México: Compañía Editorial Continental, S.A de C.V. 1993: 1-13, 19, 22, 49-56, 85-138 y 237-262.
8. Sharon I Lohr. Muestreo diseño y análisis. México: International, Thomson Editores, S.A. de C.V. 2000: 1-17, 253-256, 285-306,
9. Delgado C H. Desarrollo de una cultura de calidad. 2ª. ed. México: Mc Graw Hill, 2002: 239.
10. Juran J M, Gryna F M. Juran's quality control handbook. 4ª ed. U.S.A.: Mc Graw Hill, 1988: 143-151.

11. Montgomery D C. Introduction to stactical quality control. 1ª ed. U.S.A.: Wiley & Sons, 1985: 324-331.
12. González L E J. Control Estadístico de Calidad. 4ª ed. México: ANMECC, 1985: 362-369.
13. López O. Implementing process control systems, using programable logic controllers. Journal of Validations Technology: 4; (2); 1998:160-164.
14. Adam E E, Ebert R.J. Administración de la producción y las operaciones. México: Hall Hispanoamericana, 1991.
15. Burr, I W. Management needs to know statistics. Quality progress, Vol. 17, No. 7, 1998: 26-30.
16. Bowker A N, and Lieberman, G J. Engineering Statistics. 2ª ed. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, 2001:223, 267, 325 y 363.
17. Duncan A J. Quality control and industrial statistics. 5ª ed. Irwin, Homewood Ill. 1999: 108-131.
18. Cowden D J. Statistical methods in quality control. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, 2000: 245-253.
19. Barnard G A. Control charts and stochastic processes. Journal of the royal statistical society. 1997: Vol. 21 , pp. 239-257.
20. Miller I and Freund J E. Probability and statistics for engineers. 3ª ed. Englewood Cliffs, N.J. Prentice-Hall, 1999: 521-552.
21. Huntsberger, David V. Elementos de Estadística Inferencial. México. Compañía Editorial Continental. 1983: 145-193.

22. Levin, Richard I. Estadística para Administradores 2ª. ed. Los Angeles Prentice Hall.
1988: 625.688.
23. Freud, J E and Simon G A. Estadística Elemental 8ª ed Los Angeles Prentice Hall.
1994: 208-232.
24. La página de Yori Alexander Marte | **Trabajos** | **Estadística** | **Historia**
de la Estadística. INTRODUCCION. Como dijera David Huntsberger
<http://www.geocities.com/ymarte/trab/esthistor.html>. Consulta: Mayo 2002.
25. Central del Límite, el principal de **la Estadística. Histograma** con los valores
Muestra 1 Muestra 3 Muestra k Muestra 2 Page 7.
<http://www.fceqyn.unam.edu.ar/bio/tema10.pdf>