



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica
Escuela Profesional de Ingeniería Química

**Análisis estadístico para mejorar la calidad del área de producción de azúcar en la
Empresa Andahuasi – 2024**

Tesis

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Químico

Autor

Joseph Jashmiro Silva Garcia

Asesora

Dra. Elvira Teofila Castañeda Chirre

UNIV. NAC. JOSÉ F. SÁNCHEZ CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA


Dra. Elvira Teofila Castañeda Chirre
DNU 516
CIP 91363

Huacho – Perú

2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA Y METALÚRGICA INGENIERÍA QUÍMICA

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Silva Garcia, Joseph Jashmiro	74539819	29/12/2025
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dra. Elvira Teófila Castañeda Chirre	15744138	https://orcid.org/0000-0002-1953-8869
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Dr. Alberto Irhaam Sánchez Guzmán	15758117	https://orcid.org/0000-0003-1575-8466
Dr. Víctor Raúl Coca Ramírez	15601160	https://orcid.org/0000-0002-2287-7060
M(o) Robert William Ocrosopoma Dueñas	15728953	https://orcid.org/0000-0002-8312-6359

Joseph Jashmiro 2025 - 082145

ANÁLISIS ESTADÍSTICO PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE AZÚCAR EN LA EMPRESA ANDAHU...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::1:3409402172

Fecha de entrega

13 nov 2025, 9:06 a.m. GMT-5

Fecha de descarga

14 nov 2025, 12:14 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS_SILVA_GARCIA_JOSEPH.docx

Tamaño del archivo

1.4 MB

118 páginas

22.772 palabras

119.778 caracteres



Página 2 de 125 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trn:oid::1:3409402172

14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

-  Bibliografía
-  Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

13%  Fuentes de Internet

2%  Publicaciones

9%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarse.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

A mi Padre y mi madre, que son mi fuente de inspiración y apoyo incondicional, ya que con su guía constante me han ayudado en el camino de mi desarrollo tanto académico como profesional para cumplir mi anhelado objetivo. Así mismo la confianza que han depositado en mis capacidades ha sido una fuente constante de motivación del cual me siento muy agradecido.

AGRADECIMIENTO

Este estudio se ha logrado con el respaldo de muchas amistades a quienes expreso mi cordial reconocimiento.

En primer lugar, agradezco a Dios por delante de todo por brindarme la fortaleza, conocimientos y salud para continuar con mis estudios.

En segundo lugar, a mis seres queridos, a mis progenitores por su empatía, tolerancia y su apoyo constante, agradecerles por confiar en mi y por brindarme con mucho esfuerzo un espacio seguro para crecer y desarrollarme.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2. Formulación del problema.....	1
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Justificación de la investigación	3
1.5. Delimitación del estudio	4
1.6. Viabilidad del estudio.....	5
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.1.1. Investigaciones internacionales	6
2.1.2. Investigaciones nacionales.....	9
2.2. Bases teóricas	12
2.3. Bases filosóficas	41

2.4. Definición de términos básicos.....	42
2.5. Operacionalización de las variables.....	44
CAPITULO III. METODOLOGÍA.....	45
3.1. Diseño metodológico.....	45
3.2. Población y muestra.....	45
3.2.1. Población.....	45
3.2.2. Muestra.....	45
3.3. Técnicas de recolección de datos.....	46
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información.....	46
CAPITULO IV. RESULTADOS	48
4.1. Analisis de resusltados.....	48
CAPITULO V. DISCUSION	92
5.1. Discusion de Resultados	92
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
5.3. Conclusiones.....	96
5.4. Recomendaciones	97
CAPITULO VII REFERENCIAS	98
7.1 Referencias Bibliograficas.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de Cp e Interpretación	41
Tabla 2 Matriz de operacionalizacion de variables	44
Tabla 3 Cantidad de sacarosa extraida del Bagaso en el mes de Enero 2024	52
Tabla 4 Prueba de Normalidad del mes de enero	53
Tabla 5 Analisis Estadistico del contenido de Sacarosa extraida del bagazo (enero 2024) ...	56
Tabla 6 Cantidad de sacaroa extraida del bagazo en el mes de Febreri 2024	57
Tabla 7 Prueba de Normalidad, mes de febrero	58
Tabla 8 Analisis Estadstico del contenido de Sacarosa extraida del bagazo (febrero 2024)..	61
Tabla 9 Cantidad de sacarosa extraida del bagazo en el mes de Marzo 2024	62
Tabla 10 Prueba de Normalidad mes de marzo	63
Tabla 11 Analisis estadistico del contenido desacarosa extraida del bgazo (marzo 2024) ...	66
Tabla 12 Cantidad de sacarosa extraida del bagazo en el mes de Abril 2024.....	67
Tabla 13 Prueba de Normaternacionales	68
Tabla 14 Analisis estadistico del contenido de sacarosa extraida del bagazo (abril 2024)	71
Tabla 15 Cantidad de sacarosa extraida del Bagazo en el mes de mayo 2024.....	72
Tabla 16 Prueba de Normalidad, .mes de mayo	73
Tabla 17 Analisis estadistico del contenido de sacarosa extraida del bagazo (mayo 2024) .	76
Tabla 18 Cantidad de sacarosa extraida del Bagazo en el mes de junio 2024	76
Tabla 19 Prueba de Normalidad, mes de junio	76
Tabla 20 Analisis estadistico del contenido de sacarosa extraida del bagazo (junio 2024) ...	79
Tabla21 Cantidad de sacarosa extraida del bagazo en el mes de julio 2024.....	80
Tabla 22 Prueba de Normalidad mes de julio.....	80
Tabla 23 Analisis estadistico del contenido de sacarosa extraida del bagazo (julio 2024)	83
Tabla 24 Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de enero 2024.....	84

Tabla 25 Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de febrero 2024	86
Tabla 26 Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de marzo 2024	88
Tabla 27 Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de abril 2024	90
Tabla 28 Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de mayo 2024	92
Tabla 29 Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de junio 2024	94
Tabla 30 Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de julio 2024	96
Tabla 31 Pol en Azúcar, producto final	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Pensamiento estadístico para la mejora continua	21
Figura 2 Diagrama de Causa y Efecto (Ishikawa)	33
Figura 3 Grafico de Histograma	34
Figura 4 Diagrama de Dispersión.....	35
Figura 5 Diagrama de Pareto	36
Figura 6 Grafico de Control.....	38
Figura 7 Graico de Dispersión natural 6σ	31
Figura 8 Analisis Estadístico de sacarosa en la extracción de Masa, jugos y jarabes	55
Figura 9 Histograma del contenido de sacarosa extraída del bagazo en el mes de enero	57
Figura 10 Grafico de Control, cantidad de sacarosa extraída del bagazo mes de enero	58
Figura 11 Histograma del contenido de sacarosa extraída del bagazo en el mes de febrero	61
Figura 12 Grafico de Control, cantidad de sacarosa extraída del bagazo mes de febrero	62
Figura 13 Histograma del contenido de sacarosa extraída del bagazo en el mes de marzo ...	65
Figura 14 Grafico de Control, cantidad de sacarosa extraída del bagazo mes de marzo	66
Figura 15 Histograma del contenido de sacarosa extraída del bagazo en el mes de abril.....	69
Figura 16 Grafico de Control, cantidad de sacarosa extraída del bagazo mes de abril	70
Figura 17 Histograma del contenido de sacarosa extraída del bagazo en el mes de mayo .	73

Figura 18 Grafico de Control, cantidad de sacarosa extraida del bagazo mes de mayo	74
Figura 19 Histograma del contenido de sacarosa extraida del bagazo en el mes de junio	77
Figura 20 Grafico de Control, cantdad de sacarosa extraida del bagazo mes de junio	78
Figura 21 Histograma del contenido de sacarosa extraida del bagazo en el mes de julio.....	81
Figura 22 Grafico de Control, cantidad de sacarosa extraida del bagazo mes de julio.....	82
Figura 23 Grafico de Control de sacarosa en masas y mieles enero 2024.....	85
Figura 24 Grafico de Control de sacarosa en masas y mieles febrero 2024.....	87
Figura 25 Grafico de Control de sacarosa en masas y mieles marzo 2024.....	89
Figura 26 Grafico de Control de sacarosa en masas y mieles abril 2024.....	91
Figura 27 Grafico de Control de sacarosa en masas y mieles mayo 2024	93
Figura 28 Grafico de Control de sacarosa en masas y mieles junio 2024.....	95
Figura 29 Grafico de Control de sacarosa en masas y mieles julio 2024.....	97

RESUMEN

La presente investigación tuvo como **Objetivo** general determinar cómo el análisis estadístico mejora la calidad del área de producción de azúcar en la Empresa Andahuasi durante el año 2024. La **metodología** empleada se basó en el método científico, con un diseño de investigación descriptivo-analítico. La **muestra** estuvo constituida por los indicadores críticos del proceso productivo, siendo los principales: el contenido de sacarosa en bagazo, sacarosa en masas y mieles, Pol en azúcar, así como otros: pureza, humedad, brix, etc., recolectados diariamente entre el 08 de enero y el 26 de julio de 2024. Para el procesamiento de datos se utilizaron herramientas de Control Estadístico de Procesos (CEP), específicamente gráficos de control de rangos móviles (I-MR), histogramas y el cálculo de índices de capacidad de desempeño (Ppk) mediante el software Minitab 19. **Los resultados** demostraron que, si bien el proceso se encuentra bajo control estadístico presentando solo variaciones por causas comunes, el índice de capacidad de desempeño real (Ppk) en la etapa de extracción fue inferior a 1.33, lo que indica que el proceso es estructuralmente incapaz de cumplir consistentemente con los límites máximos de sacarosa en bagazo. **Se concluye** que el análisis estadístico permitió identificar ineficiencias estructurales y variabilidades significativas en las etapas de masas y mieles que afectan el rendimiento global, a pesar de que el producto final mantiene un Pol estable y conforme a los estándares de calidad

Palabras clave: Análisis estadístico, control estadístico de procesos, calidad, producción, capacidad del proceso (Ppk)

ABSTRACT

The overall Objective of this research was to determine how statistical analysis improves the quality of sugar production at the Andahuasi Company during 2024. The methodology used was based on the scientific method, with a descriptive-analytical research design. The sample consisted of critical indicators of the production process, the main ones being: sucrose content in bagasse, sucrose in masses and honeys, Pol in sugar, as well as others: purity, moisture, brix, etc., collected daily between January 8 and July 26, 2024. Statistical Process Control (SPC) tools were used for data processing, specifically moving range control charts (I-MR), histograms, and the calculation of performance capability indices (Ppk) using Minitab 19 software. The results showed that, although the process is under statistical control with only common cause variation, the actual performance capability index (Ppk) in the extraction stage was less than 1.33, indicating that the process is structurally incapable of consistently meeting the maximum sucrose limits in bagasse. It was concluded that statistical analysis allowed for the identification of structural inefficiencies and significant variability in the pulp and syrup stages that affect overall yield, despite the fact that the final product maintains a stable Pol that complies with standards.

Palabras clave: Statistical analysis, Statistical Process Control, Quality, Sugar production, Process capability (Ppk).

INTRODUCCIÓN

En el panorama industrial contemporáneo, la competitividad de las empresas azucareras no solo depende de la capacidad instalada, sino fundamentalmente de la eficiencia de sus procesos y la calidad intrínseca de sus productos. La industria sucroenergética enfrenta el desafío constante de minimizar las pérdidas indeterminadas y optimizar la extracción de sacarosa, variables que están directamente influenciadas por la variabilidad operativa y las condiciones de la materia prima. En este contexto, el control de calidad deja de ser una etapa de inspección final para transformarse en un sistema de gestión activa basado en datos.

El problema central de la presente investigación reside en la necesidad de la Empresa Andahuasi de robustecer sus mecanismos de control en el área de producción durante el periodo 2024. A pesar de contar con procesos establecidos, la presencia de variaciones en indicadores críticos, como el Pol en bagazo, los grados Brix y la pureza de las masas cocidas, sugiere la existencia de causas comunes y especiales que afectan el rendimiento global. La ausencia de un análisis estadístico avanzado limita la capacidad de respuesta ante desviaciones, lo que puede derivar en reprocesos e incumplimiento de estándares óptimos de eficiencia.

Bajo esta premisa, la investigación se justifica por la necesidad técnica de implementar herramientas de Control Estadístico de Procesos (CEP). Desde una perspectiva científica, este estudio aporta un marco analítico que permite transitar de una toma de decisiones empírica hacia una fundamentada en la evidencia estadística. Social y económicamente, la mejora en la calidad del área de producción asegura la sostenibilidad de la empresa, garantizando un producto que satisface las exigencias del mercado nacional e internacional, optimizando a su vez el uso de recursos.

El objetivo general de este estudio es determinar de qué manera el análisis estadístico mejora la calidad del área de producción de azúcar en la Empresa Andahuasi – 2024. Para alcanzar este propósito, se plantean objetivos específicos orientados a evaluar la capacidad del proceso (Ppk), identificar los puntos críticos de control mediante gráficos de control (I-MR) y establecer la estabilidad y capacidad del proceso operativo y la conformidad del producto final.

Metodológicamente, la tesis se sustenta en un enfoque cuantitativo de nivel descriptivo-analítico. Se han procesado datos históricos y de campo recolectados durante el primer semestre de 2024, utilizando el software Minitab 19 para la modelación estadística. La estructura de esta investigación abarca el diagnóstico de la situación actual, el análisis exhaustivo de los resultados obtenidos y, finalmente, recomendaciones de mejora en función de los hallazgos estadísticos, y facilitando una herramienta que es beneficiosa para la gestión de la calidad en la planta.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente, los procesos productivos en los sectores agroindustriales de azúcar están centrados en las principales empresas de la corporación Gloria (Casa Grande, Cartavio, San Jacinto y Agro Olmos), así como las empresas de Laredo, Paramonga, Pomalca y Tuman, las que en conjunto agrupan al 89% del sector productivo nacional.

A lo largo del último trimestre del 2023, la producción de caña de azúcar evidenció una reducción del 12.9% respecto del año anterior, lo cual se atribuye tanto a la disminución del área cosechada (-5.9%) como a la baja en el rendimiento agrícola (-7.4%).

Dentro de los desafíos que enfrentan las empresas, la principal es la de optimizar cada vez más la calidad del azúcar, y no solo mediante la medición de los parámetros establecidos del azúcar, sino también mediante la identificación en los procesos de producción, a través de replanteamiento que ayuden a determinar que la calidad del azúcar sea más alta; así mismo debemos tener presente la reevaluación de la cosecha de caña es crucial, dado que la maduración es un factor determinante en las variaciones de calidad, con un impacto significativo en la producción final lo que determina si hay un incremento de la sacarosa.

En la actualidad existen muchos retos para conducir con éxito la Empresa Andahuasi, tanto en inversiones, como en los productos. Estos retos van de la mano con la globalización que está generando mayor demanda en los estándares de calidad.

Las industrias azucareras de hoy en día mediante el monitoreo de procesos tratan de maximizar la producción cumpliendo con los parámetros de calidad exigidos por sus clientes, brindándoles productos de buena calidad, lo que lleva a una exigencia en su estructura que contribuye a superar y atender los requerimientos de los clientes.

A partir del análisis estadístico se pretende realizar ajustes a los procedimientos que permitan reducir errores que se generen y de esta manera consolidar las metas definidas por la empresa.

En todo este tiempo en el ámbito empresarial azucarero se han venido aplicando distintos enfoques orientados a asegurar los niveles de la calidad mediante la supervisión, el control estadístico, mediante la reingeniería, el mejoramiento continuo y la metodología 5Ss, entre otros.

Con el análisis estadístico se busca explicar e interpretar los datos que nos permitan obtener una valiosa información que posibilite conocer los procesos de autoevaluación de la empresa de forma periódica sobre la degradación de la variación y lo que tenemos que mejorar en el curso de la producción de azúcar con base en el pensamiento estadístico, para de esta manera proponer acciones que ayuden a concretizar las metas y objetivos trazados, que sigan impulsando el desarrollo y el crecimiento organizacional.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿ En que medida el análisis estadístico mejora la calidad del área de producción de azúcar en la Empresa andahuasi 2024

1.2.2. Problemas específicos

- ¿ En que medida el análisis estadístico mejora la calidad en la extracción de sacarosa del área de producción de azúcar en la Empresa andahuasi 2024
- ¿ En que medida el análisis estadístico mejora la calidad en las masas y mieles del área de producción de azúcar en la Empresa andahuasi 2024.}

- ¿ En que medida el analisis estadistico mejora la calidad en la concentracion de Azucar del area de produccion de azucar en la Empresa andahuasi 2024

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar como el análisis estadistico mejora la calidad del area de producción de azúcar en la Empresa Andahuasi 2024.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar como el análisis estadistico mejora la calidad en la extracción de sacarosa del area de producción de azúcar en la Empresa Andahuasi 2024
- Determinar como el análisis estadistico mejora la calidad en las masas y mieles del area de producción de azúcar en la Empresa Andahuasi 2024
- Determinar como el análisis estadistico mejora la calidad de la concentración de azúcar del area de producción de azúcar en la Empresa Andahuasi 2024

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación social

La propuesta de este proyecto, describe como con el Análisis estadistico se puede mejorar la dispersión de los resultados que se obtienen en la producción de azúcar, en el que se busca la detección oportuna de anomalías que puedan presentar variaciones de un lote a otro en la fase de obtención de azúcar. A través del control estadistico los trabajadores podrán obtener informacion del proceso productivo conociendo las causas y variaciones que lo originaron, lo que permitirá mejoras de la calidad del azúcar en el proceso.

1.4.2. Justificación metodológica

Su Valia metódica lo encontramos en disponer de una herramienta científica de recogimiento de datos que contribuye con la Empresa a identificar algunas causas que provocan la variabilidad y reducir las pérdidas en la materia prima. Toda información obtenida está respaldada por bases teóricas, con el propósito de que el estudio logre alcanzar los objetivos propuestos.

1.4.3. Justificación teórica

Este proyecto contribuirá con información necesaria que describa la variable a indagar, los datos obtenidos serán de gran relevancia significativa, porque atiende una problemática concreta que será abordada en los resultados, conclusiones y recomendaciones, constituyendo un aporte valioso para estudios posteriores.

1.5. Delimitación del estudio

Delimitación Temporal

Este trabajo de investigación se realizó desde enero a julio del año 2024

Delimitación Espacial:

Esta investigación se desarrolló en la Región lima, provincia de Huaura, Distrito de Sayán y con el apoyo de los trabajadores de la Empresa Andahuasi.

Delimitación Cuantitativa:

Para esta investigación se trabajó con muestras aleatorias del proceso con la aplicación del estadístico correspondiente.

Delimitación conceptual

Esta investigación contempla dos ejes conceptuales centrales: el Análisis Estadístico y la mejora de la calidad en el area de producción de azúcar en la Empresa Andahuasi.

1.6. Viabilidad del estudio

El desarrollo del presente estudio es posible gracias el financiamiento del tesista, utilizando datos estadísticos reales de la empresa que ayudan a esta investigación, asi como también se recibe apoyo de los trabajadores de la empresa, los que aportaran información necesaria para que se pueda desarrollar este proyecto.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Investigaciones internacionales

Coronel & Córdova (2017) realizó la investigación que tuvo como objetivo: Elaborar un modelo de mejora continua para el proceso de molienda en el ingenio azucarero de monterrey. Proponiendo una Metodología del PHVA, así como el uso de otros instrumentos descritos con tablas, diagramas y gráficos que hará más eficiente la detección de variaciones del proceso en la Industria Azucarera. Esta investigación concluye que luego de realizar un análisis situacional y conocer el funcionamiento del proceso de obtención de azúcar se detectaron puntos críticos que afectaban la producción, en base a esto se determinó el uso de instrumentos de mejora continua, ya que la industria azucarera no tenía implementada ningún modelo que permita que el proceso productivo sea eficiente.

Ochoa (2020) realizó la investigación que tuvo como objetivo: Identificar como el control estadístico de procesos logra impactar en el aseguramiento de la calidad de la Industria Alimentaria. Metodología: efectuó un estudio documentario informativo, referente al control estadístico de procesos, comenzando con una revisión documental de las ideas desarrolladas por otros autores. Se reconoce que existen pocos criterios establecidos para determinar la frecuencia del muestreo, pero debe ser lo conveniente para encontrar lo que se desea identificar. En términos generales se optan por la aplicación de muestras pequeñas pero recurrentes, que depender de muestras grandes y menos frecuentes. Para la selección se recolecta un mínimo de 20 a 30 subgrupos como base para estimar los límites preliminares de control. La investigación utilizó

como técnica de recolección el registro documental, mediante la revisión bibliográfica de datos, y cartas de control estadístico. La investigación concluyó en que el instrumento estadístico más adecuado para realizar el control estadístico de procesos es mediante el uso de las cartas de control para variables de tipo continuo y las cartas de atributo para las variables con características de calidad, y algunas otras herramientas que sirvan de apoyo como las capacidades de proceso.

Jaramillo (2020) realizó la investigación que tuvo como objetivo: Evaluar el impacto del plan HACCP en el proceso de fabricación de azúcar granulada, de un ingenio azucarero. Metodología: presenta un estudio de tipo descriptivo, evaluativo en donde se evalúa el impacto de la implementación de dicho plan, identificando y analizando los factores de riesgos inherentes al proceso de elaboración de azúcar granulada. La población estuvo representada por los trabajadores del ingenio azucarero el cual fue de 239 trabajadores, tomando la misma población como muestra, para la obtención de datos reales. La investigación utilizó como técnica de recolección la Encuesta y como instrumento el cuestionario. Se concluyó que la información histórica del proceso productivo del año 2015 al 2019 como datos de producción de reproceso permitió identificar las principales variables de estudio para la aplicación de indicadores que faciliten el análisis de la información disponible, estableciendo metas de reducción de sobrecostos por reprocesos del producto.

Ospino (2017) realizó la investigación que tuvo como objetivo: Diseñar un sistema de control estadístico de procesos aplicado al proceso de negocios, cuentas médicas EPS, que acceda eficientemente a una mejora en la gestión de la calidad a través de la disminución del reproceso en la ciudad de Medellín. Metodología: es una

investigación descriptiva no experimental. La investigación utilizó como instrumentos de control estadístico algunas metodologías que produzcan disminución en la variabilidad del proceso, y lograr una mayor estabilidad. Para la obtención de datos se recurrió a la observación y la encuesta. “La investigación concluye con la formación de un grupo de recomendaciones y sugerencias al proceso en el correcto uso de los instrumentos esbozados en esta investigación, además de una retroalimentación a la operación de los errores detectados al realizarse la evaluación de auditoría de calidad, con la finalidad de producir mayor conciencia en la organización.

Bocardo (2019) realizó la investigación que tuvo como objetivo: Proponer disminuir la variabilidad de la adición del hierro en el proceso de elaboración de la formula láctea NIDO Kínder 1+. Es una investigación establecida en función de la disminución de la variabilidad, con una Metodología de alcance descriptivo propositivo, porque se describirá un diagnóstico actual de como varia la formula láctea. Y se propondrá una alternativa de solución (Ibarro 2011) . el número de muestra examinadas es de 55 durante los meses de enero a abril. investigación utilizó como técnica de recolección de datos el análisis de las causas de variabilidad de la formula lactea1+., el diagrama de Ishikawa, el grafico de Pareto y gráficos de control “La investigación concluyó que este estudio gira en sentido de la disminución de la variabilidad del hierro en el contenido del producto lácteo, en ello se consideró diversos puntos estratégicos que identificaron la elaboración de la formula láctea, la estimación del coeficiente de variabilidad de la formula asi como el análisis de las causas que generan dicha variación.

2.1.2. Investigaciones nacionales

Burga (2022); realizó la investigación que tuvo como objetivo: Determinar cuánto se reduce la variabilidad del rendimiento por turno aplicando control estadístico de procesos en la empresa costeño alimentos S.A.C.2022. Metodología Es un tipo de investigación aplicada con un nivel explicativo con diseño experimental. La investigación presenta un enfoque cuantitativo porque se recolectarán datos mediante la observación y medición numérica de las variables. La muestra se tomarán el peso ponderado de los productos. “La investigación concluyó que con la aplicación del control estadístico de procesos se observó una reducción en la variabilidad de los resultados del rendimiento por turno en la empresa Costeño. Alimentos. S.A.C. 2022.

Morio & Rodríguez (2022) realizó la investigación que tuvo como objetivo realizar un diagnóstico en el área de gestión de calidad en la empresa El Ferrol S.A.C., Chimbote -2022. Es un tipo de investigación aplicada, con un diseño experimental. La población fue determinada por los datos de la producción y las máquinas de cada uno de los procesos realizados en la empresa, y la muestra empleada fue de 16 tomas por producción para la pérdida de humedad, 24 observaciones en 10 subgrupos para la medida del peso sin líquido de gobierno y 16 tomas por producción en el control de calidad de los datos de producción en la línea de cocido. La unidad de análisis fueron las conservas de anchoveta. Las técnicas de recolección de datos utilizadas son la observación y el análisis documental. Y los instrumentos fueron la encuesta, hoja de registro, formato de control de producción y formato de producto defectuoso. “La investigación concluyó que el control estadístico de procesos en la empresa Ferrol S.A.C., permitió hacer un diagnóstico de la variabilidad y del informe de capacidad

de las producciones en el mes de agosto, evidenciando las mejoras en el mes de septiembre.

Soto (2018) realizó la investigación que tuvo como objetivo: Aplicar el Control Estadístico de Calidad, para mejorar la producción de vidrios templados de la línea industrial en la empresa Corporación Furukawa. Es una investigación aplicada con un enfoque cuantitativo, de nivel causal – correlacional. Con un diseño Cuasi experimental con mediciones previa al estímulo o tratamiento para posteriormente aplicar el estímulo denominado control estadístico y realizar la medición. La población está determinada por los lotes de producción semanal y mensual de vidrios templados en meses de 07 /12 del 2014 y de 01/06 del 2015, así mismo el tamaño muestral esta dado por 197 vidrios recolectados diariamente para el análisis estadístico de control para atributos y una muestra de 25 vidrios diarios para el control para variables. La investigación utilizó como técnica de recolección de datos la Observación, y como instrumento el fluxómetro, vernier digital y formatos físicos de uso en planta. La investigación concluyó en que la implementación del control estadístico de calidad, mediante el uso de las cartas de control por atributos, reduce los niveles de productos con defectos en la línea de producción. Asi también la mano de obra contribuía en los productos defectuosos teniendo su causa raíz, personal nuevo, falta de capacitación en el manipuleo de la materia prima y mediante el empleo de las cartas de control para variables, ayudo a reducir la variabilidad en la medida de la longitud de los vidrios.

Huamán & Chancayauri (2019) realizó la investigación que tuvo como objetivo: Identificar las herramientas fundamentales en el control de procesos para

variables, para mejorar el proceso de producción en cualquier empresa o microempresa. Metodología: Esta investigación presenta un enfoque cuantitativo, con un alcance descriptiva, correlacional y explicativo, con diseño no experimental La población fue de 6000 bolsas de galleta de agua que se elaboraron en las 12 semanas desde el 06 del mes de agosto hasta el 22 de octubre del año 2018, así mismo el tipo de muestreo fue aleatorio simple, obteniéndose una muestra de 300 observaciones. La investigación utilizó como instrumento de medición: la balanza métrica, guías de observación, el pH metro, ficha de registro de datos. La investigación concluyó en que con la aplicación de los diagramas de la media \bar{x} y el rango (R) se determinó que en el proceso del peso de las bolas de galletas de agua no están bajo control estadístico debido a que los datos del subgrupo 1 de la semana tiene una media de 0.4894 gr, lo cual está por encima del límite de control superior = 0.4787, por lo tanto, se indica que el contenido de galletas varía por bolsas.

León (2017) realizó la investigación tuvo como objetivo: Determinar como el control estadístico de procesos mejora la calidad en la línea de polos industriales del área de producción en la empresa Nono Fashion SAC, para mejorar el proceso de producción en cualquier empresa o microempresa. Metodología: Esta investigación es de tipo aplicada, con un diseño cuasi experimental, teniendo un error de significancia del 5% sobre la muestra recolectada en la producción mensual de polos. Utilizo instrumentos de medición estadística como el índice de capacidad de procesos y las gráficas de control que permitieron diagnosticar, aplicar, mejorar y controlar la calidad en el área de producción, midiendo la variabilidad que presentaba imperfecciones en la calidad de los polos, aplicando el método del DMAMC para asegurar la mejora del producto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El Azúcar, clasificación botánica y morfológica

La caña de azúcar pertenece al género *Saccharum*, familia de las Gramíneas, orden Glumiflorales, clase Monocotiledóneas y división Embriofita. Existen diversas variedades silvestres de caña como son el *Saccharum Barberi*, el *Saccharum sinensi*, el *Saccharum robustum* y el *Saccharum edule*.

Usualmente las cepas comerciales de caña suelen ser híbridos entre distintas especies, en particular las de *Saccharum officinarum*, *Saccharum spontaneum* y *Saccharum robustum*. En su morfología se distingue por mostrar macollos, que vienen a ser brotes laterales originados en las yemas axilares, localizadas en los nudos del tallo principal. Su reproducción es de tipo asexual por intermedio de porciones o cortes que contienen las yemas, por medio de ello cada una alcanza desarrollarse en un tallo primario, del cual también derivan tallos secundarios y terciarios.

Aproximadamente el 65% del sistema de raíces de la caña de azúcar se concentra predominantemente en los primeros 20 cm de profundidad del suelo, con el 80% concentrados en un radio de 60 cm alrededor de la planta. Sus tallos que tienen forma cilíndricas y fibrosas y compuestos de nudos y entrenudos, presentan una altura con una variación desde 1,0 hasta 5,0 m, y el diámetro varía de 1,0 cm a 5,0 cm. Las hojas maduras de la caña de azúcar, presenta una lámina y vaina que envuelven al tallo, y se distribuyen de manera alternada y opuesta.

2.2.1.1. Proceso de producción de azúcar crudo

La elaboración de azúcar crudo es un proceso complejo y dinámico, con múltiples variables físicas y químicas que interactúan constantemente. Se lleva a cabo en

instalaciones tecnológicas interconectadas donde se transfieren masa y energía para finalmente obtener el producto.

Un aspecto clave de este proceso es su capacidad para ser energéticamente autosuficiente. Utiliza el bagazo (el fibroso de la caña de azúcar) como combustible en un sistema de cogeneración residual para generar la energía que necesita, principalmente calor.

La producción de azúcar requiere una gran cantidad de energía, especialmente térmica, ya que casi el 80% de la energía total se utiliza para calentar, evaporar, concentrar y cristalizar el azúcar. Una menor proporción de energía mecánica, convertida en electricidad, se obtiene elevando la presión del vapor antes de usarlo en el proceso de calentamiento.

En las fábricas tradicionales, los generadores de vapor operan a presiones y temperaturas relativamente bajas (alrededor de 20-30 bar y 300-400 °C). Del total del vapor producido, aproximadamente el 75-80% se usa directamente para calentar, mientras que el 20-25% restante se dirige a turbinas o válvulas reductoras para luego ser utilizado como vapor de baja presión en el proceso.

El vapor de los evaporadores también contribuye al suministro de baja presión, ayudando a mantener la estabilidad del proceso a pesar de las variaciones en el suministro de la caña.

Además, el proceso genera una gran cantidad de condensado vegetal, un subproducto del alto contenido de agua de la caña de azúcar (75% de su peso). Este condensado se puede reutilizar como agua para la generación de vapor y otros sistemas dentro de la fábrica. (Rodríguez & Batista, 2009).

Las principales etapas del proceso son la extracción, alcalización, calentamiento, clarificación, evaporación, cristalización, centrifugación y la generación de vapor.

2.2.1.2. Etapa productiva del Azúcar

La etapa inicial del ciclo de producción de azúcar se lleva a cabo en el trapiche, donde se procede a la molienda de la caña, la cual es prensada en varias etapas, adicionándole agua de imbibición para facilitar la separación de sus componentes. Este proceso genera dos productos: el jugo que contiene la sacarosa destinada a la recuperación y otro el bagazo, que corresponde a la parte fibrosa de la caña. Antes de continuar, el jugo se somete a filtración para remover impurezas de mayor tamaño. Luego, atraviesa un proceso de clarificación que elimina sustancias interferentes en la cristalización de la sacarosa. Una vez clarificado el jugo es concentrado mediante evaporación dando lugar al melado, una solución rica en sacarosa. Este melado es transferido al área de cocimientos, donde se promueve la formación de cristales de azúcar y su posterior separación de las mieles madres. Este procedimiento se realiza en tres tachos consecutivos en los que se llevan a cabo etapas sucesivas de cristalización.

Mediante el uso de centrifugas se efectúa la separación del azúcar cristalizado contenido en cada tacho. El azúcar húmedo extraído proveniente de la primera etapa se somete a secado mediante equipos rotatorios, dando origen a la variedad conocida como: Azúcar rubia. El remanente es sometido a un proceso de refinamiento con el fin de obtener azúcar blanca de alta pureza. Ambas presentaciones se envasan en formatos diferenciados y son trasladados al almacén hasta su empaque definitivo y distribución.

2.2.2. Las variedades de Caña de Azúcar

En el ámbito local la diversidad de caña de azúcar cultivada es principalmente resultado de introducir material genético de diferentes países, el cual antes de comercializarse, es sometido a ensayos de adaptación bajo condiciones agroclimáticas de las principales zonas productoras de caña del país. Así mismo en determinados casos, estas variedades se derivan de la aplicación directa de estudios realizados en países productores vecinos, como Brasil y Argentina.

Dado que ninguna variedad por sí sola garantiza altos rendimientos a lo largo de toda la zafra, resulta esencial clasificarlas según su época de maduración temprana, intermedia o tardía y realizar una selección estratégica. De este modo se aconseja al productor organizar su calendario de cultivo para contar con variedades disponibles para la cosecha durante todo el ciclo productivo.

Principales características requeridas en las variedades:

- Las variedades deben presentar capacidad de adaptación y resistencia frente a patologías más frecuentes en el país, tales como: roya, carbón, escaldadura y raquitismo de la soca,
- Es fundamental que las variedades de caña presenten un alto rendimiento productivo, altos niveles de sacarosa, y una notable capacidad vegetativa en los tallos de soca.
- Su capacidad de adaptación a las diversas condiciones edáficas y climáticas de las regiones cañeras resulta clave para el éxito del país.
- Presentar buenos patrones de crecimiento, como el deshoje natural (baja adherencia de vainas) porte erecto de los tallos y la ausencia de pelos en las vainas, etc.

2.2.3. Factores Agroclimáticos

2.2.3.1. Clima

La caña de azúcar prospera en climas cálidos y es un cultivo permanente que requiere de una adecuada preparación del Suelo, registrando ambientes propicios más allá de los 50 cm bajo la superficie. Para realizar este trabajo se necesita de alta potencia mayor de 180 HP al volante. Los factores climáticos determinantes en el proceso del desarrollo, rendimiento y la calidad de la caña de azúcar son la temperatura, la luz y el nivel de humedad.

2.2.3.2. Temperatura

Constituye el factor climático de mayor influencia en el cultivo de caña de azúcar, en donde su ciclo productivo de la caña se desarrolla en 3 etapas: germinación, crecimiento y maduración.

- **Germinación:** en este ciclo la temperatura más optima se da entre 26° a 33°C; mientras que temperaturas inferiores a 20°C ralentizan significativamente este proceso.
- **Crecimiento:** el desarrollo de la caña de azúcar se ve interrumpido siempre que la temperatura descienda por debajo de los 15°C o supera los 38°C, siendo el intervalo óptimo de 30 a 34°C, para favorecer su expansión vegetativa.
- **Maduración:** en esta etapa, descensos moderados de temperaturas favorecen un aumento en la producción y almacenamiento de sacarosa, entretanto que se observa una desaceleración en el desarrollo de la caña.

2.2.3.3 Luz Solar

La caña de azúcar es una plantación que se beneficia con la luz solar. El macollamiento se ve influenciado por dos características: la duración y la intensidad de la radiación solar, con estas características el macollamiento es estimulado, entre tanto que las condiciones del clima nublado y días cortos le afectan negativamente. El crecimiento del tallo se ve en aumento cuando la luz diurna se prolonga entre 10 y 14 horas.

Las Áreas en las que el periodo de crecimiento del plantío de caña es corto se ven beneficiados de un menor espaciamiento entre plantas, para captar una mayor cantidad de radiación solar y dar mayores rendimientos. Aunque en zonas con una fase prolongada de crecimiento es preferible tener un mayor espaciamiento entre plantas, para impedir el sombreamiento mutuo y la muerte de los tallos.

2.2.3.4 El Suelo

En el contexto agrícola, el suelo aporta componentes esenciales para el desarrollo saludable de los cultivos, similares a los nutrientes que el organismo no lo puede sintetizar por sí mismo, por esta razón deben ser obtenidos a través de las dietas en la alimentación, estos son:

Los parámetros edáficos esenciales del cultivo de caña de azúcar son:

- **Textura:** se requiere un suelo equilibrado por tres componentes minerales, específicamente de tipo franco arenoso-arcilloso.
- **Estructura:** Debe presentar una conformación granular, lo que facilita su manejo y disposición para acumular agua y realizar una adecuada infiltración.
- **Composición mineral:** es indispensable que el suelo contenga niveles suficientes de calcio (Ca), nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), así como una adecuada proporción de materia orgánica, representada por partículas como el Humus.

- **Acidez o alcalinidad:** el cultivo de caña de azúcar tolera valores de pH entre los 5.5 a 8. Siendo recomendables suelos profundos (80 – 90 cm) que cuenten con un buen drenaje natural para favorecer su desarrollo.

Las condiciones ideales del suelo para favorecer el crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar se logran mediante labores de preparación como una arada profunda de hasta 40 cm, preferentemente mecanizada con tractor. Posteriormente, de realizar el arado y el rastreado se realiza el surcado, alcanzando profundidades de entre 25 a 30 cm, a fin de adecuar el terreno para la siembra.

2.2.4. Análisis Estadístico

El empleo que se hace del análisis estadístico en alguna investigación, es significativo, aunque va depender mucho del tipo de investigación que se esté tratando, del mismo modo, se tiene que examinar los objetivos y los tamaños muestrales que se van a emplear, así mismo, el investigador debe conocer previamente la prueba estadística y el software estadístico que podrá manejar (Martínez, Delfrade y Etxeberria 2018).

Ningún procedimiento resulta viable sin la incorporación de un mecanismo de control químico, por consiguiente, se alcanza el propósito de evaluar el desempeño de sus indicadores fundamentales frente a los diversos inconvenientes que surgen acontecen durante la ejecución de la zafra, permitiendo su pronta rectificación. El rumbo del proceso en los tiempos recientes señala la importancia de fortalecer las acciones de supervisión e integrarlas en una plataforma dinámica de respuesta rápida con el objetivo de subsanar de manera eficaz los inconvenientes recurrentes en el proceso productivo. Esto evita que se comprometa cualquier impacto negativo sobre el producto final. (Martínez, Leiva, Carta, & Bravo, 2019).

Los controles químicos consideran como objetivos: establecer un sistema de información estadística confiable que respalde los parámetros utilizados en el modelo de control; suministrando cifras que evidencien el nivel de pérdidas que ocurren en el sector industrial y que acumulen indicadores que permitan analizar la actividad laboral desarrollada en la industria azucarera durante un período se pueda comparar con el de otros ciclos y con el de otras industrias. (Martínez et al., 2019).

Hoy en día se conocen diversas herramientas que se pueden utilizar para realizar buenos diagnósticos y obtener posibles mejorías, sin embargo, uno de los aspectos fundamentales radica en la aplicación de métodos estadísticos que, en el transcurso del tiempo, contribuyen en la mejoría del sistema operacional, además de permitirnos que los productos obtenidos sean más competitivos (Hernández Pedrera & Da Silva Portofilipe, 2016).

El control estadístico de procesos, tiene como finalidad minimizar la generación de productos defectuosos, disminuyendo el intervalo de tiempo que pasa entre la ocurrencia y la detección de alguna anomalía en el transcurso de la fabricación del producto. Así mismo el CEP no eliminara totalmente la producción de unidades defectuosas por lo que será necesario que se mantenga una inspección final que permitirá separar al producto defectuoso.

En el análisis estadístico se adoptan acciones para erradicar cualquier anomalía o fallo previo a que puedan ocurrir, mediante la aplicación de herramientas estadísticas de cuatro tipos: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (Gupta, 2021). La aplicación de métodos estadísticos constituye un recurso más, pero no el objetivo final en la gestión de calidad dentro de los procesos productivos regido por normas establecidas (Torres, 2019).

Como métodos estadísticos aplicados tenemos a las medidas de centralización, dentro de ellos la más representativa es el promedio aritmético. Este indicador resume mediante un único valor, las propiedades de una variable dentro de un conjunto de datos y que solo es aplicable cuando se trabaje con datos cuantitativos numéricos (Soledad 2016).

El promedio aritmético se obtiene mediante la suma del total de datos recogidos y dividiéndolos entre el número total de datos, que conforman la muestra (n). (Hurtado et al. 2017).

$$\text{para datos no agrupados } \bar{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$$\text{para datos agrupados } \bar{X} = \frac{\sum X_i * f_i}{n}$$

Otro estadístico, de gran interés es la desviación típica que es parte de las medidas de Variabilidad, que nos va a indicar que cuanto mayor sea la dispersión de los valores, mayor será el valor de la desviación típica, de darse el caso en el que no existiera variabilidad es decir los resultados obtenidos sean uniformes o iguales, entonces la desviación típica tendrá un valor de cero. (Paredes et al. 2017).

Otra definición propuesta por (Rendon, Villasis y Miranda 2016), manifiestan que la desviación típica mide cuanto se concentra o se dispersa los datos en torno a su promedio aritmético.

$$\text{Para datos no agrupados } S = \sqrt{\frac{(X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

$$\text{Para datos agrupados } S = \sqrt{\frac{(X_i - \bar{X})^2 * f_i}{N}}$$

También resulta fundamental comprender los valores obtenidos del conjunto de datos, específicamente los valores máximos y los valores mínimos; lo cual es útil para calcular el Rango del grupo de datos que se han recolectado. (Orta y Sánchez 2018). Así mismo, en estadística se tiene referencia que el máximo y el mínimo de los datos encontrados y analizados, se les llama el mayor y el menor valor observado, haciendo referencia a que los datos recolectados representan las cifras más altas, como las cifras más pequeñas dentro de la muestra estadística. (Vargas 2014).

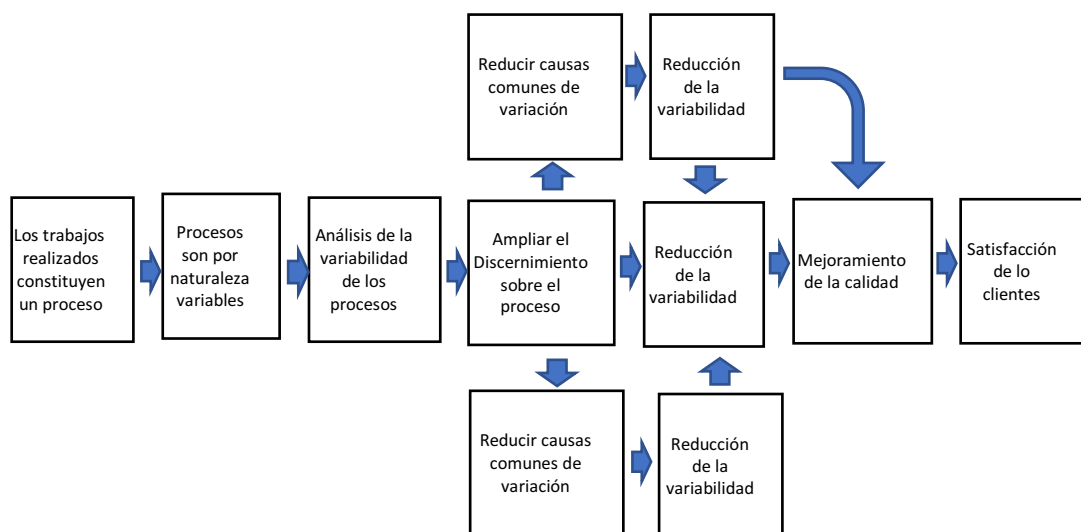
$$f(e + d2) f(e + d2)$$

2.2.4.1 La Variación en los procesos

El pensamiento estadístico cambia a una perspectiva lógica a seguir en diversas funciones que tienen por objetivo de mejorar la calidad en los procesos productivos. Siendo la definición de proceso como: el conglomerado de causas y requisitos que actúan de forma interrelacionada para transformar la materia prima entrante en productos terminados salientes.

Figura 1

Pensamiento estadístico para la mejora continua



Nota: Datos provenientes de la Revista de dirección y economía

2.2.4.2 Estimadores de la media

Se usa un estimador puntual, mediante el cual se calcula el valor numérico o estimación puntual en base a las mediciones contenidas en una muestra.

Considerando una muestra de tamaño “n” de la población con observaciones $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$; cuya distribución de los datos, debe cumplir con la normalidad y la independencia, se tiene que la media muestral, será la suma de todas las observaciones del subgrupo dividida por el tamaño n del mismo.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Así mismo, la media muestral tiene la media o valor esperado y varianza se muestran en las fórmulas respectivamente, por lo que la media muestral es un estimador puntual de la media poblacional μ .

$$\mu_{\bar{x}} = \frac{\mu + \mu + \dots + \mu}{n} = \frac{n\mu}{n} = E(\bar{X}) = \mu$$

$$\sigma_{\bar{x}}^2 = \frac{\sigma^2 + \sigma^2 + \dots + \sigma^2}{n} = \frac{\sigma^2}{n}$$

En las cartas medias (\bar{x}), se utiliza μ como límite central de la carta y $\mu \pm 3\sigma/\sqrt{n}$ como límite superior e inferior. Si los valores correspondientes a los parámetros μ y σ^2 son desconocidos, se pueden estimar tomando m subgrupos racionales de tamaño “n”. para estimar μ se calcula la gran media o media global que viene a ser el promedio de las medias muestrales.

$$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$$

Existen muchos estimadores, pero en cuanto a decidir cuál de todos es el mejor estimador puntual, según Wackerly et al (2008) afirma que se requiere evaluar si es

insesgado, consistente, eficiente y suficiente. Para estimar μ se puede usar X_i o \bar{X} . el estadístico \bar{X} es mejor estimador del parámetro poblacional μ que X_i .

2.2.4.3 Estimadores para la desviación estandar

Según Bartes et al. (2000), σ puede estimarse mediante la desviación estándar o a partir del rango observado en cada muestra, siendo este el método más aplicado en la práctica debido a su sencillez.

- Método de la Desviación Estándar

Se tiene m subgrupos racionales de tamaño “n” donde X_{ij} tiene $i = 1 \dots, m$ y $j = 1 \dots, n$, si las observaciones de los datos presentan normalidad y son distribuidas independientemente con media μ y varianza σ^2 , si el estadístico $(n - 1)s_n^2/\sigma^2$ se distribuye como $\chi^2_{(n-1)}$. Para obtener el valor esperado de s_n^2 . Se tiene que el valor esperado de una ji- cuadrada son sus grados de libertad, de esta manera se concluye que $E(S_n^2) = \sigma^2$

$$E[(n - 1)S_n^2/\sigma^2] = E[\chi^2_{(n-1)}]$$

$$[(n - 1)/\sigma^2 E(S_n^2)] = n - 1$$

Por lo que la varianza muestral viene a ser un estimador insesgado de la varianza de la población. Así mismo la desviación estándar de la muestra S_n será un estimador sesgado de la desviación estándar de la población. Para obtener un estimador insesgado de la desviación estándar de la población se necesita de un factor de corrección del sesgo. por lo que $t = \chi^2_{(n-1)}$, entonces \sqrt{t} , es igual a la raíz cuadrada de la distribución ji cuadrada con

(n-1) grados de libertad. de acuerdo con la ecuación anterior, el valor esperado de la desviación estándar de la muestra es $E[S_n]$ es:

$$E[S_n] = E[\sqrt{t}] = \sigma/\sqrt{n-1}$$

- Método del Rango:

Para calcular el valor esperado del rango $E(R)$, se resta el valor esperado de la última observación (la máxima) y el valor esperado de la primera observación (mínima)

$$E(R) = E[Y_n] - E[Y_1]$$

Por definición el valor esperado de una variable aleatoria continua $E(y) = \int_{-\infty}^{\infty} Y * f(y)dy$. (Wackerly et al. 2008). Por lo tanto, para calcular $E(R)$ se requiere la función de densidad de la n-esima observación Y_n y de la primera Y_1 .

$$f_{Y_n}(Y) = n[F_x(Y)]^{n-1} * f_x(Y)$$

$$f_{Y_1}(Y) = n[1 - F_x(Y)]^{n-1} * f_x(Y)$$

Por lo tanto, el valor esperado del Rango será:

$$E(R) = E[Y_n] - E[Y_1]$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} Y_n * nF_x^{n-1}(Y) * f_x(Y)dY - \int_{-\infty}^{\infty} Y_1 * n [1 - F_x(Y)]^{n-1} * f_x(Y)dY$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} Y \frac{\partial}{\partial Y} [F_x^n(Y)dY] - \int_{-\infty}^{\infty} Y \frac{\partial}{\partial Y} [1 - [1 - F_x(Y)]^n] dY$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} Y \frac{\partial}{\partial Y} [F_x^n(Y) - 1 + [1 - F_x(Y)]^n]dY$$

Esta ecuación se integra por partes $\mu = y; du = dy; v = [F_x^n(Y) - 1 + [1 - F_x(Y)]^n]$, $dv = \frac{\partial}{\partial Y} [F_x^n(Y) - 1 + [1 - F_x(Y)]^n]$, simplificándose la Integral

$$E(R) = Y[F_x^n(Y) - 1 + [1 - F_x(Y)]^n]_{-\infty}^{\infty} - \int [F_x^n(Y) - 1 + [1 - F_x(Y)]^n] dY = \int_{-\infty}^{\infty} [1 - F_x^n(Y) - [1 - F_x(Y)]^n] dY$$

2.2.5 Calidad

2.2.5.1 Definiciones

La calidad se concibe como un proceso reflexivo orientado hacia una mejora continua (Edwards Deming. 1940).

Otra definición nos indica que la calidad se entiende como el empleo eficiente de los recursos y procesos con el propósito de cumplir las expectativas y requerimientos del cliente (Dr. Juran, 1954)

La calidad no debe entenderse como un concepto independiente, ni como un logro inmediato, sino como una construcción sostenida que se fundamenta en principios sólidos presentes en nuestro entorno y en otros que se desarrollen mediante esfuerzo y disciplina (Rafael Pícolo)

En el entorno industrial el término de la calidad de un producto tiene la concepción de cumplir con las expectativas del cliente. Con un esquema programado de la calidad de proveedores se puede controlar la calidad de la materia prima. Mientras que la calidad del proceso puede medirse y controlarse paulatinamente y de esta manera la calidad del producto final ya es medible y con una tendencia a la mejora.

2.2.5.2 Objetivos de la Calidad

Las mediciones que definen la calidad de un bien, va estar expuestas siempre a factores aleatorios que introduzcan variabilidad en su valoración.

La variabilidad dentro de un patrón estable de causalidad es inevitable y es esencial en un diseño de producción e inspección, y estas variaciones externas a este patrón estable pueden ser mejoradas y corregidas.

2.2.5.3 Calidad en la producción de Azúcar

En el ámbito productivo, la calidad se interpreta como el nivel de conformidad de un bien respecto a los requisitos establecidos en sus atributos, asegurando al mismo tiempo la satisfacción del cliente. Dado su carácter parcialmente subjetivo, algunas organizaciones consideran erróneamente que, al no controlar todas las variables que la afectan, no es indispensable gestionar sus procesos.

¿Será razonable dejar en la incertidumbre aquello que podemos perfeccionar? Cada etapa del proceso productivo está marcada por elementos que sí se controlan. Como el uso de maquinaria, la planificación de actividades y la actuación del personal, permiten avanzar hacia una mejora continua. La Gestión de calidad, en este sentido, excede la mera verificación de estándares, siendo su propósito fundamental garantizar que todos los resultados del proceso se mantengan consistentes y alineados con los requerimientos establecidos.

Para medir la calidad, es esencial implementar controles. El control de calidad garantiza la estandarización, fiabilidad, mantenibilidad y manufacturabilidad de un producto o servicio. Para lograrlo, se utilizan herramientas y métodos estadísticos especializados que permiten inspeccionar, identificar y controlar los procesos. Al obtener información sobre estos procesos y comprender su funcionamiento, podemos mejorar la calidad, lo que a su vez incrementa la productividad y rentabilidad.

En síntesis, entre los principales beneficios del control de calidad destacan:

- La disminución de inspecciones, demoras y productos defectuosos que requieren ser descartados y/o reprocesarse lo que contribuye a minimizar pérdidas.
- Una mejor disposición de los recursos incluyendo el personal, las máquinas, y los materiales.

2.2.5.4 Control de Calidad

Para Pérez (2014) una parte trascendental en el aseguramiento de la calidad es establecido por la inspección de procesos, materias primas, productos semiterminados y productos terminados, estos tienen como finalidad la aceptación o el rechazo de un producto. Por medio de él se formularán estrategias para asegurar la atención y mejora de la calidad en los productos o servicios ofrecidos.

El Dr. Kaoru Ishikawa, reconocido internacionalmente como un personaje destacado en el ámbito del aseguramiento de la calidad, la define en los siguientes términos:

El control de calidad comprende un conjunto de métodos orientados al desarrollo, diseño, manufactura y conservación de productos garantizando que cumplan los requisitos de calidad que sea al menor costo posible, siempre que satisfagan las expectativas del consumidor.

En su explicación más holgada, la calidad tiene como significado, calidad del desempeño laboral, calidad del servicio, calidad de la información, calidad del proceso, calidad del sistema, calidad de los objetivos, calidad de las personas que involucran a los profesionales ingenieros, gerentes y ejecutivos, los trabajadores, etc. Cuyo enfoque general es controlar todas estas características.

También tener presente que, aunque el producto posea un alto estándar de calidad, y este presente un precio muy costoso, no logrará satisfacer la necesidad del cliente,

esto debe considerarse de gran interés al planificar y diseñar la calidad. No es viable implementar un sistema de calidad sin integrar la evaluación de costos, márgenes de utilidad y estrategias de fijación de precios.

2.2.5.5 Principios del Control de de Calidad

- **Enfoque al cliente:** todas las decisiones que se efectúen en una empresa estarán sujeta a las expectativas del consumidor (clientes), tanto interno como externos para el aseguramiento de la calidad.

- **Participación y trabajo en equipo:** se debe incluir a todos los trabajadores de la Industria en el proceso de producción ya sea capacitándolos y/o involucrándolos a pensar de manera creativa con sus aportes lo que permitirá tomar buenas decisiones. Asi mismo todos los involucrados dentro de la empresa deben enfocar su atención en la relación cliente – proveedor y alentar la participación de los trabajadores en la solución del problema presentado en el sistema.

- **Mejora y aprendizaje continuo:**

Implica la disposición al cambio como medio para alcanzar los objetivos trazados.

Aprender implica aplicar conocimientos en contextos reales y a partir de los resultados obtenidos, retroalimentar el proceso para fortalecer la comprensión y mejorar el desempeño.

Tanto la mejora como el aprendizaje deben formar parte de las actividades de trabajo cotidiano y esto se da por medio de la retroalimentación, es decir entre la práctica y los resultados, eliminando todas las fuentes de problema y promoviendo oportunidades de hacerlo mejor.

2.2.6. Control estadístico de Procesos

2.2.6.1. Control estadístico de la Calidad en el proceso de producción de azúcar

El empleo del control estadístico de la calidad (CEC) en la industria azucarera es un tema de estudio relevante para la mejora de la eficiencia y consistencia del producto final.

Según Roxana L & Valdez Gonzales (2021), propone una metodología para aplicar CEC en la producción de azúcar crudo. su enfoque se centra en el uso de herramientas estadísticas como las cartas de control y las pruebas de hipótesis para monitorear el proceso y asegurar que se cumplan las normas de calidad preestablecidas. Así mismo subraya que el control de calidad es un ciclo que abarca desde la educación del personal hasta la entrega final del producto.

Para Raxhon A (2024) aborda la aplicación de técnicas de control estadístico y Six sigma en la producción de azúcar. Su enfoque se basa en el uso de series de tiempo para predecir el rendimiento y en la clasificación de los problemas de producción para implementar acciones preventivas, con el objetivo de reducir los tiempos perdidos y mejorar la eficiencia operativa.

Publicación en Scielo Colombia (2021), esta investigación publicada en esta revista científica describe una estrategia de simulación para reducir la incertidumbre en la calidad del proceso de producción de la miel de caña. Este estudio demuestra que al controlar parámetros operativos claves, se puede aumentar significativamente el nivel de calidad (nivel sigma) y reducir las pérdidas económicas causadas por productos defectuosos.

2.2.6.2. Control estadístico de Procesos (CEP)

El control Estadístico de procesos (CEP) es una disciplina que emplea instrumentos basados en la estadística, como los Gráficos de Control, para lograr que en un proceso sea predecible y mejore su rendimiento al reducir su inconsistencia. La meta del CEP es alcanzar una calidad superior en el producto final, disminuyendo así los gastos de fabricación y la cantidad de fallos.

Podríamos decir entonces que las técnicas del Control Estadístico de Procesos permiten monitorear la producción y detectar comportamientos atípicos ocasionados por factores externos. La idea es que, una vez que estas desviaciones inusuales son identificadas y corregidas, es posible optimizar el proceso y por consiguiente, perfeccionar la calidad del producto

Ciclo de implementación del control estadístico de procesos:

La finalidad del sistema de control es identificar variaciones en el proceso, acompañada de la emisión de señales estadísticas. Esta señal ayuda a tomar medidas adecuadas para eliminar dichas causas. A continuación, se describen los pasos para llevar a cabo un proceso de control estadístico. Veles (2009)

- Definir las especificaciones
- Recopilar los datos
- Evaluar las herramientas a aplicar
- Tomar acciones correctivas

Según Montgomery y Runger (2009), el control estadístico de procesos, es útil para gestionar situaciones en las que no es viable realizar inspecciones de calidad en cada producto. Es fundamental que el proceso se ejecute correctamente desde el principio, lo que implica que la fabricación debe ser estable, repetible y capaz de funcionar con baja variabilidad

2.2.6.3. Herramientas del Control estadístico de Procesos

Representan instrumentos de gestión de calidad, los de carácter estadístico y los de tipo administrativo, las herramientas estadísticas esenciales tienen los siguientes propósitos:

- a.- Organizar los datos numéricos
- b.- Impulsar la planificación mediante soluciones analíticas efectivas
- c.- Ajustar los procesos en la toma de decisiones.

Según Ángel Maldonado (2011) , las herramientas estadísticas básicas que serán objeto de estudio son:

- 1.-Hoja de Registro
- 2.-Diagrama de Causa y Efecto
- 3.-Histograma
- 4.-Diagrama de dispersión
- 5.-Diagrama de Pareto
- 6.-Grafica de Control

- Hoja de Registro

Formato estructurado que permite recolectar de manera sistemática información relacionada con variables previamente definidas, incluyendo resultado de inspecciones, auditorias, retroalimentación de usuarios, entre otros. Este recurso

metodológico representa el inicio habitual en los procesos de identificación y resolución de problemas (Guajardo Garza, 2008). Se emplean para:

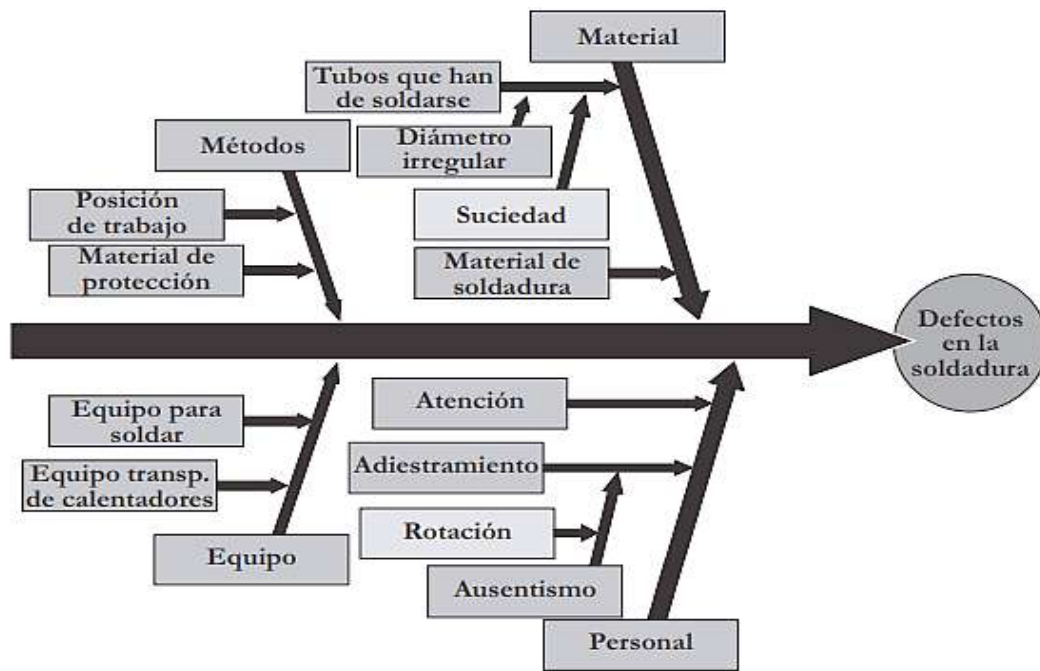
- 1.- Analizar las frecuencias de las características estudiadas y generar gráficos o diagramas basados en esos datos
- 2.- Reportar del estado actual de las operaciones
- 3.- Evaluar las tendencias en la producción
- 4.- Verificar los parámetros de calidad en el transcurso del proceso y en el producto final.
- 5.- Identificar los factores reales que originan una situación implica examinar evidencias concretas y no interpretaciones personales.

- Diagrama de Causa y Efecto:

Denominado también diagrama de Ishikawa, representa gráficamente la conexión sistemática entre un resultado específico y los factores que la originan. Esta herramienta se emplea ampliamente en la resolución de problemas. Fue desarrollado por el Profesor Kauro Ishikawa de la Universidad de Tokio en 1943 (Ángel Maldonado J., 2011).

Figura 2

Ramificación del diagrama de causa y efecto



Nota: Adaptado de Administración de la calidad total [p. 26], Roberto Carro Paz

Así mismo si una industria no puede brindar información sobre el volumen producido, el cumulo de desechos o la cantidad de productos defectuosos y de las correcciones que hay que realizar; será imposible determinar el porcentaje de defectos ni el índice de correcciones, lo que impediría realizar un control de calidad

- Histograma

El histograma es una representación gráfica que trata de dar a conocer mediante un diagrama de barras, la variabilidad de una característica de calidad de la producción. En términos estadísticos, ilustra la forma en que se distribuyen los datos dentro de un conjunto determinado (Cuatrecasas Arbos, 2010).

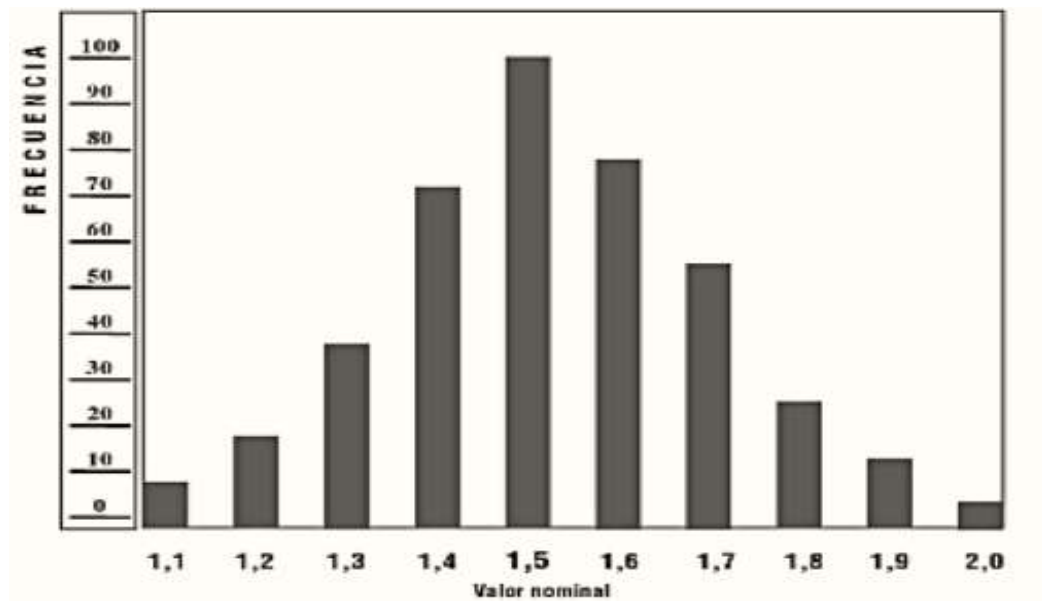
Los histogramas son útiles para:

- Visualización de la Variabilidad (distribución) de los datos respecto del promedio
- Contrastar resultados entre dos conjuntos de datos
- Visualización del tipo de distribución que tiene el proceso

- Monitorear el impacto operativo de las modificaciones aplicadas, asegurándose de que se cumplan las especificaciones dentro de los límites establecidos.

Figura 3

Ejemplo de un Gráfico de Histograma



Nota: (Cuatrecasas Arbos, 2010)

- Diagrama de dispersión

Este gráfico constituye un recurso estadístico utilizado usualmente para representar gráficamente la relación entre dos variables mediante el análisis de conjuntos de datos bivariados. Este enfoque posibilita observar interacciones entre conjuntos de datos y desarrollar indicadores cuantitativos (Ángel Maldonado J., 2011).

Los dos conjuntos de datos pueden referirse a:

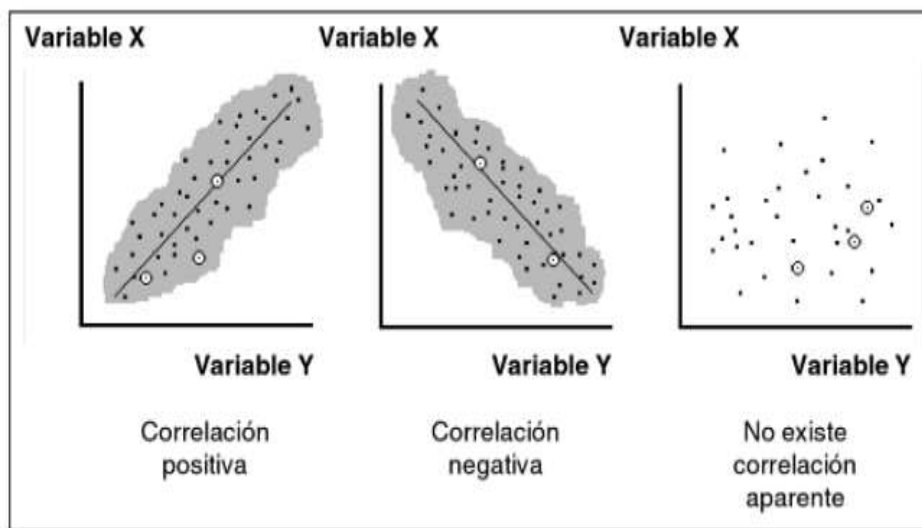
1. Una característica de calidad y un factor que influye en ella.
2. Dos características de calidad relacionadas.
3. Dos factores relacionados con una sola característica.

Mediante el diagrama de dispersión podemos encontrar:

- La facultad de detectar relaciones de causa y efecto
- Las relaciones dinámicas o estáticas (de las mediciones)
- Si 2 variables (tanto factores y características de calidad están relacionadas)

Figura 4

Ejemplo de un diagrama de dispersión



Nota: Cuatrecasas Arbos L. (2010). Gestión integral de la Calidad

- Diagrama de Pareto

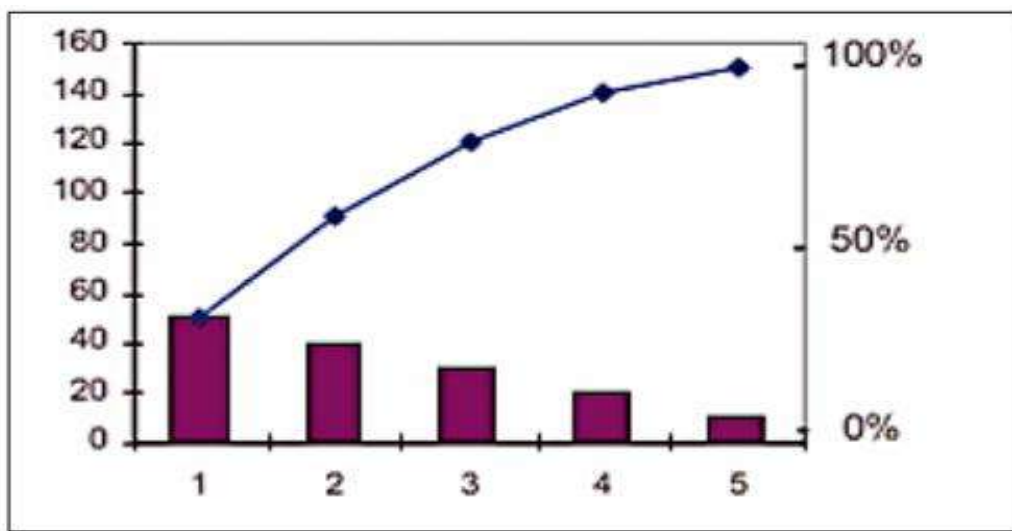
Este tipo de diagrama permite ordenar gráficamente los aspectos más significativos de un problema específico en función de la frecuencia con la que ocurre, permitiendo identificar aquellos factores que tienen mayor impacto en el resultado global (Ángel Maldonado J., 2011).

Según Wilfredo Pareto, destacado economista italiano, introdujo el enfoque de los “pocos vitales” frente a los “muchos triviales”, y sugiere que el 80% de los efectos proviene de solo el 20% de las causas (Ángel Maldonado J., 2011).

Esta herramienta estadística tiene como Objetivo identificar “los pocos vitales” o es el 20% de factores que causan el 80% de los problemas. Esto permite que las acciones correctivas se enfoquen en las áreas que generaran el mayor beneficio. Al ordenar los factores por su importancia este diagrama de Pareto facilita una toma de decisiones más efectiva.

Figura 5

Ejemplo de diagrama de Pareto



Nota: Ángel Maldonado, J. (2011) Gestión de Procesos

- Gráficos de Carta de Control Estadístico

Escalante (2011), indica que “las gráficas de control son herramientas estadísticas diseñadas para representar el comportamiento de las características de la calidad de un proceso o producto en función del tiempo, con el propósito de analizar, monitorear y mejorar tanto procesos como productos”

“Es un recurso gráfico estadístico utilizado para detectar las variaciones en los parámetros de calidad a lo largo del proceso productivo” (Ángel Maldonado J. 2011).

Según Ángel Maldonado (2011), indica que los gráficos de control contribuyen a obtener una mejora en el producto. Estos gráficos presentan 3 aplicaciones:

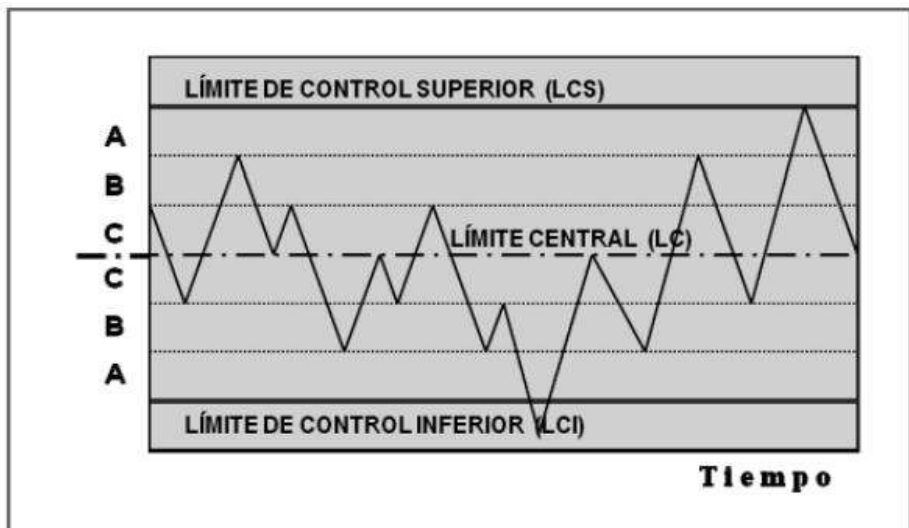
- 1.- Evalúan la capacidad real del proceso de producción,
- 2.- Orientan las modificaciones pertinentes para incrementar la calidad del proceso de producción.
- 3.- Controlar la producción. La función de control indica el estado actual de la calidad de la producción y ofrece una alerta temprana sobre cualquier desviación respecto a los objetivos de calidad establecidos.

Así mismo sirve de gran aporte en los siguientes problemas:

- Funciona como una herramienta para identificar problemas
- Analizan el comportamiento de un proceso a lo largo del tiempo
- Ayudan a distinguir entre las dos fuentes de variación en un proceso causas comunes y causas especiales o asignables
- Muestran si un proceso ha mejorado o empeorado, ayudando a determinar su estado de control.
- Fomentan la participación activa de los empleados en la consecución de la calidad
- Los datos obtenidos de una gráfica de control pueden utilizarse para evaluar la estabilidad y capacidad del proceso.
- Sirven como una herramienta de comunicación para explicar los resultados de un proceso en un lenguaje común.

Figura 6

Ejemplo de Grafico de Control



Nota: Ángel Maldonado, J. (2011) Gestión de Procesos

- Estabilidad del Proceso:

Según Gutiérrez y De la Vaca (2009), la estabilidad de un proceso se refiere a la variación que se presenta a lo largo del tiempo. Si el proceso es estable (control estadístico) puede prever su comportamiento en el corto plazo. Un proceso es considerado estable si la variación presente proviene únicamente de causas comunes, las cuales están relacionadas con los fundamentos propios de la operación de manufactura. Estas causas suelen estar asociadas a las conocidas 6M's (maquinaria, mano de obra, métodos, mediciones, materiales y medio ambiente)

Formula del Índice de estabilidad de proceso:

$$\delta t = St/SP$$

Donde:

St : desviación estándar del total de la muestra = 0.1995

SP: Punto de ajuste

$D_2 = 2.059$

$\bar{R} = \text{Rango Promedio} = 0.41$

$$SP = (\bar{R}/D_2)$$

$$\delta t = St/SP$$

$\delta t \leq 1.4$ *El proceso es Estable*

$\delta t > 1.4$ *El proceso no es Estable*

- **Capacidad del Proceso**

Gutiérrez y de la Vara (2009) explican que la capacidad de un proceso se refiere a la capacidad analítica para estimar el rango de variabilidad inherente en un atributo de calidad determinado. Esto es crucial para evaluar en qué medida dicha característica se ajusta a los requisitos establecidos por los criterios de calidad. Para llevar a cabo un estudio de capacidad, es necesario recopilar datos del proceso durante un periodo prolongado, lo que permite reflejar adecuadamente su desempeño.

Por otro lado, Carot (2001), refiere que la capacidad es la habilidad de un proceso para producir productos que se cumplan consistentemente con las especificaciones establecidas dentro de los límites permitidos de calidad. La variabilidad natural del proceso se mide utilizando una fórmula específica.

$$VN = 6\sigma$$

Si consideramos que la variable de calidad sigue una distribución normal, el intervalo definido por la media más o menos tres desviaciones estándar abarca prácticamente todas las unidades producidas, específicamente el 99.73% de la producción. La amplitud de este intervalo es lo que denominamos como la variabilidad natural del proceso. Por lo tanto, podemos cuantificar la variabilidad natural del proceso de manera numérica utilizando este intervalo.

- **Capacidad Potencial del proceso**

Según Marcos Vega (2024) la capacidad de un proceso representa el grado en que un proceso puede generar resultados conformes a los estándares técnicos de calidad definidos.

Los atributos de calidad de un producto deberían coincidir con un valor ideal o nominal. Sin embargo, debido a las variaciones naturales del proceso, las mediciones de estas características pueden situarse dentro de los límites de especificación superior e inferior. El índice de capacidad del proceso (C_p) se utiliza para medir la capacidad potencial del proceso para cumplir con estas especificaciones de calidad.

Se define de la siguiente manera:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6 * \sigma}$$

Donde:

LSE: Límite superior de especificación de la característica de calidad

LSI: Límite inferior de especificación de la característica de calidad

σ = desviación estándar del proceso

Para que el proceso se considere capaz se requiere un valor $C_p > 1$, es decir de una variación real menor que la tolerada. Si el $C_p < 1$, se considera que el proceso no es capaz de cumplir con las especificaciones. En la tabla que se detalla a continuación, se presentan diferentes valores de C_p y su categoría de proceso correspondiente, suponiendo que el proceso está centrado.

Tabla 1

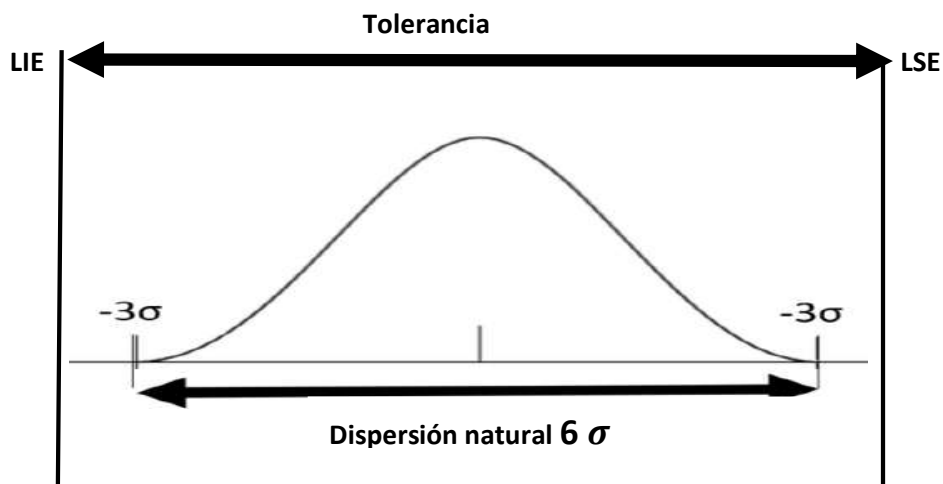
Tabla de análisis del ICP y su interpretación

Valor índice Cp	Interpretación
$Cp > 1.33$	Mas que adecuado
$1 < Cp < 1.33$	Adecuado para lo que fue diseñado
$0.67 < Cp < 1$	No es adecuado para cumplir con el diseño inicial

Nota; $Cpk < Cp$ entonces se centra el proceso y se tendrá el proceso que se indica

Figura 7.

Dispersión natural 6σ



Nota: la figura muestra la dispersión natural 6σ

2.3 Bases Filosóficas

El estudio del análisis estadístico es aplicado con fines de mejorar la calidad del area de producción de Azúcar. Desde todo punto de rigor científico, se destaca la búsqueda del conocimiento objetivo a través del análisis de datos reales de la Azucarera precisando su situación actual, comprendiendo los factores que están influyendo en la variabilidad de la producción Al aplicar este análisis estadístico se

generan conclusiones basándose en las evidencias y resultados que determinan la necesidad de implementar la automatización para evitar la pérdida de sacarosa en el área de producción.

2.4 Definición de términos básicos

Area de producción: es el espacio funcional donde se desarrollan los procesos y operaciones para convertir la materia prima (caña de azúcar) en un producto denominado azúcar comercial. Incluye etapas como la recepción de la caña, la molienda, la clarificación, la evaporación, la cristalización y la centrifugación.

Mejora: proceso continuo que busca optimizar los procesos y productos, aumentando la eficiencia, la calidad y la rentabilidad.

Control estadístico de procesos: constituido por el conjunto de técnicas estadísticas aplicadas para monitorear, controlar y evaluar la estabilidad de los procesos de producción, identificando las variaciones y prevenir los defectos que se presenten.

Caña de azúcar: es el insumo de alto contenido de sacarosa que constituye la principal fuente de materia prima empleada en la producción de azúcar a través de procesos como la extracción, clarificación, evaporación y cristalización.

Sacarosa: azúcar natural que se encuentra en la caña de azúcar

Molienda: proceso de extracción del jugo de la caña de azúcar

Clarificación: proceso de eliminación de impurezas del jugo de caña

Evaporación: proceso de concentración del jugo de caña eliminando el agua.

Cristalización: proceso de formación de cristales de azúcar.

Centrifugación: proceso de separación de los cristales de azúcar del melao.

Melaza: es el fluido viscoso y oscuro generado tras la cristalización del azúcar. Contiene una alta concentración de azúcar no cristalizable, así como otros compuestos minerales,

pigmentos y sustancias orgánicas. Es utilizada para producir alcohol, fertilizantes y alimento para animales

Cachaza: Es un término que se utiliza para referirse a las impurezas que se encuentran en el jugo de caña de azúcar.

Impurezas: desde la perspectiva de la producción de azúcar, se refiere a cualquier sustancia que no sea sacarosa y que se encuentra en el jugo de caña. Estas pueden afectar el sabor, el color, la textura y la Calidad del azúcar.

Humedad: representa la proporción de agua que está contenida en el azúcar. La humedad afecta la calidad del azúcar, ya que pueden causar que se aglomere, se deteriore o se fermente.

Pol: es el azúcar que se refiere a la pulverización o polvo que se le aplica al azúcar para evitar que se apelmace. Se utiliza principalmente en la azúcar granulada y esta compuesta de almidón de maíz y de silicato de calcio

2.5 Operacionalización de Variables

Tabla 2

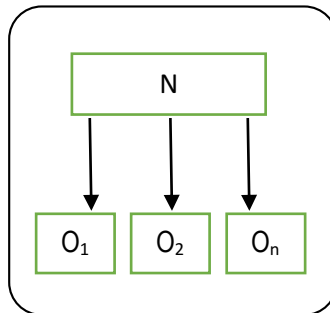
Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Técnica e instrumento
ANALISIS ESTADISTICO (V1)	Sagun (Besa 2016), indica que el análisis estadístico tiene mención en su definición respecto al conjunto de métodos y herramientas que ayudan a recopilar, organizar, presentar, analizar grandes cantidades de datos para evaluar y mejorar procesos de producción.	Para la interpretación de los datos numéricos recolectados, se emplearán las gráficas de control, histogramas, Diagrama de Dispersión, Análisis de varianza, con el cual se medirá, la humedad, la cantidad de sacarosa, el Pol, la pureza Brix, así como los insolubles	X.1.- Graficos de control X.2.- Histogramas	Porcentaje de sacarosa $LCS = \bar{X} + 3S$ $LCL = \bar{X} - 3S$ Tablas, Gráficos, con Frecuencias y Porcentajes	Análisis documental Análisis de contenidos
			X.3.- Capacidad del Proceso	Cp , Cpk	
PRODUCCION DE AZUCAR (V2)	Según Acevedo (2018) La mejora en la producción de azúcar se refiere a formular estrategias y acciones que buscan optimizar las técnicas de producción promoviendo una mayor eficiencia y la calidad	Factores específicos que se medirán el beneficio de cierto producto realizado en relación a los recursos gastados por la empresa para la producción	Y.1.- Extracción Y.2.- Masas y Mieles Y.3.- Concentración de azúcar	Recurso utilizado en la producción Resultado esperado Máximo resultado alcanzado	Análisis documental Análisis de contenidos

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

Es descriptivo no experimental, longitudinal y de enfoque cuantitativo (Huamán et al., 2022).



Denotación:

N = Población (Unidad de estudio)

O₁, O₂, O_n = Observaciones de los indicadores analizados.

Método de Investigación: Método Científico.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Para Córdova, la población se refiere al conjunto bien descrito de las unidades de análisis, llámese individuos o elementos que presenten particularidades comunes y perceptibles. se denota por la letra N". La población objeto de estudio considerada en esta investigación, quedará constituido por el número de indicadores que se medirán en la Empresa Andahuasi, sea esta el contenido de Sacarosa, la pureza del Jugo de la caña, el Pol, la Humedad, los grados Brix, los contenidos que no son solubles.

3.2.2. Muestra

Para Ramos (2021), indica que la muestra constituye una representación significativa de la población objeto de estudio. Según lo señalado por Hernández, Fernández y Baptista (2014) la muestra corresponde a segmentos de la población que comparten características similares en sus formas y propiedades. En función de ello se optó por una técnica muestral no probabilístico específicamente el muestreo intencional o de juicio, selecciona con el criterio de conveniencia del investigador para que sean representativas, y de esta manera se consideró como muestra a los indicadores del proceso de la Empresa Azucarera Andahuasi.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Las Técnicas e instrumentos utilizados en el presente trabajo de investigación se muestran a continuación:

- Revisión Documental.

Se emplea para examinar reportes productivos anteriores sobre los índices de capacidad del proceso, informes de otras empresas para adaptar estrategias en la gestión de procesos, con la finalidad de que esta pueda sustentar y fortalecer los antecedentes y el marco teórico de nuestra investigación, además de incluir también revisión documentaria orientado a identificar el estado actual de la Organización

- Observación: -

Esta técnica es empleada porque nos permitirá registrar los comportamientos y condiciones reales de operación en planta mediante lista de verificación o registros de los procesos productivos (extracción, melaza, cristalización, Pol), obteniendo

evidencias visuales que nos permitan detectar si hay variabilidad en el proceso de fabricación (perdidas ocultas de sacarosa, maniobras incorrectas) así como aspectos críticos que impacten en la eficiencia operativa.

Instrumentos:

Fichas bibliográficas, hemerográficas y de investigación

Cuestionario

Guía de observación

Registro de datos

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

Las gráficas de control se analizarán haciendo uso de Microsoft Office 2016 (Word, Excel), y el software Minitab 19, con el que se procesará la información que se pueda recopilar del proceso y realizar su interpretación, la discusión de los gráficos de control estadístico etc. Estas herramientas nos facilitarán el análisis de los datos que nos permitirá sacar resultados del proceso de producción.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de Resultados

Este capítulo presenta los resultados de la investigación, describiendo y analizando estadísticamente como con el Análisis estadístico se puede determinar la variación en la calidad del área de producción de azúcar.

Se tomo los datos proporcionados por la Empresa en donde se reporta un conjunto promedio de datos recolectados por día en el proceso de producción de azúcar (normalmente se hace 2 análisis por turno de producción) durante un tiempo de 7 meses desde el 08 de enero al 25 de julio del 2024, esta información presenta variabilidad en cata etapa del proceso de Extracción, Jugos y Jarabes, Masas y mieles y Azúcar, con sus respectivos.

Asi mismo en la hoja del anexo adjunto muestro que en el proceso de molido y manufactura se detallan aspectos como la cantidad (Toneladas por hora dedicado a la molienda,

1. **Extracción:** es la sección que enfoca el proceso inicial de molienda, donde se extrae el jugo de la caña.

- Flujo de Jugo

(Tn/Hr) la capacidad de la molienda se mantiene en un rango variable entre 1655.320 y 1980.93. con una tendencia al aumento de la molienda y una disminución y esta se puede deber los paros de mantenimiento o fluctuaciones en el suministro de caña.

- **Imbibición:**

(Tn/Hr) la cantidad de agua de imbibición se mantiene en un rango estrecho, lo que es crucial para una extracción eficiente. Los valores fluctúan alrededor de los 230 – 240, lo cual muestra una buena consistencia. La temperatura se mantiene en un rango de la T° Max 80°C la cual es alta y estable.

- **Bagazo (residuo de la caña)**

Humedad. Max. 50%. Es un indicador importante para la eficiencia de la Extracción de sacarosa. En la tabla del Anexo se muestran los valores entre 45.80 y 46.40. lo cual es un rango estrecho y consistente.

Sacarosa extraída del Bagazo. Max. 2.2%. es un indicador que mide la cantidad de sacarosa que todavía queda en el bagazo después de la extracción, el objetivo es que este valor sea lo más bajo posible, idealmente por debajo del límite máximo de 2.2%, por los años 2016 se tenía un 2.5% y en la actualidad se viene reduciendo ese porcentaje los cuales se encuentran en un rango de 1.88 y 2.22., lo que indica que la extracción de la sacarosa viene cumpliendo con las especificaciones.

2. -Jugos y Jarabes:

Jugo Residual:

Brix. Sac. Max- .8%.- mide el brix del jugo residual, con valores que fluctúan entre 2.4 a 3.5%, no superando el límite máximo tolerable del 2.8%, si se superara este límite implicaría una posible inferencia en el proceso de producción.

Sac. Max. 2.8%:- se mide la sacarosa presente en el jugo residual con límites deseados por lo 2.8%, y los valores del anexo oscilan entre 1.90 a 2.60 lo que indica que no se viene perdiendo sacarosa por encima de lo especificado.

- Así también se puede ver que en la Melaza la Humedad de los valores obtenidos están por debajo del 0.74% y un 88% de brix máximo, cuyos datos obtenidos no superan esta especificación.

3.- Azúcar. - constituye la sección más crítica ya que se mide la calidad del producto final

Polarización (Pol).-

Max. 98.5% se mide el contenido de sacarosa, la cual es muy consistente y alta. Los valores que se obtuvieron están en un rango de 98.0 a 98.64 lo que indica un producto final de alta calidad y pureza.

Humedad. Máxima 0.20%.

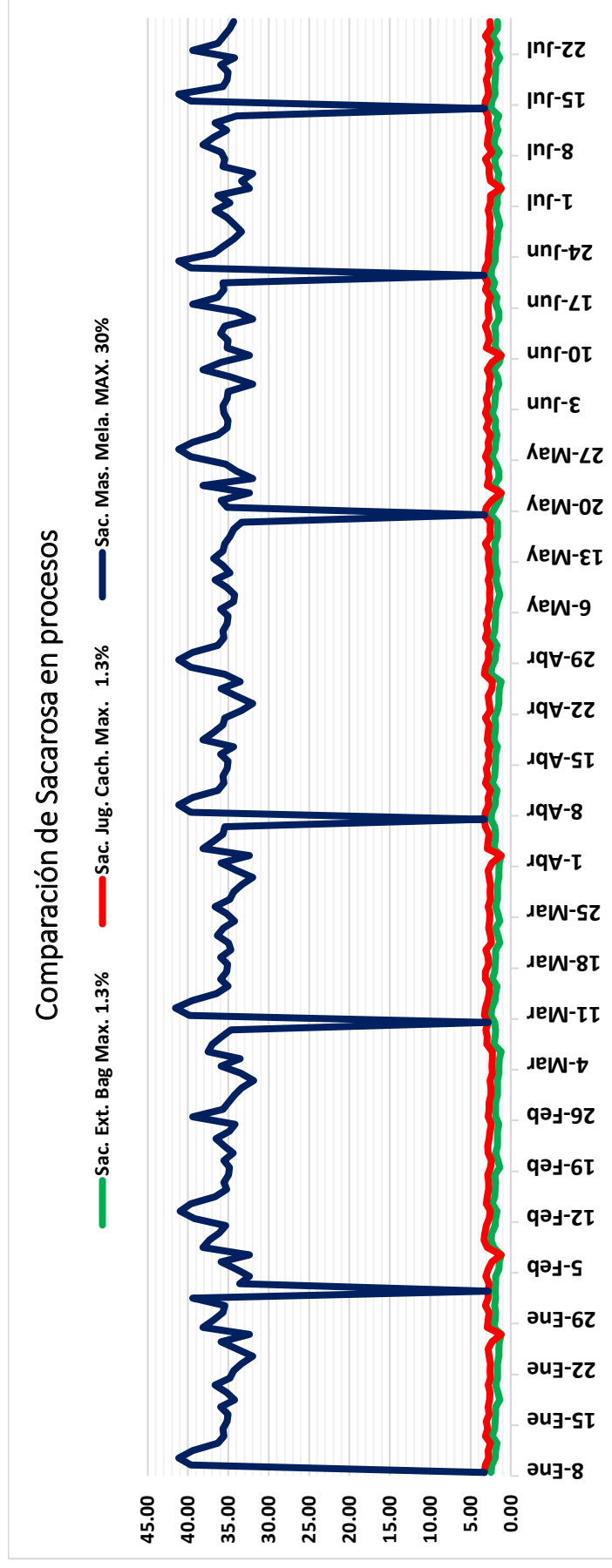
La humedad que muestran los datos obtenidos están alrededor de 0.12 a 0.17 , lo que también determina que es baja y muy consistente.

Como se mencionó anteriormente la propuesta de **Grafico de Control** dado el tamaño de la muestra n es igual a 1, toda vez que se medirá un solo dato que constituye el promedio por cada día lo más adecuado para analizar la estabilidad de la cantidad de sacarosa en el bagazo es el Grafico IRM (Individuos y Rango Móvil)

Resultados de la cantidad de Sacarosa en los procesos: extracción, masa y jugos y jarabes -2024

Figura 8

Análisis estadístico comparativo del parámetro de sacarosa en los procesos: Extracción, Masa y Jugos y Jarabes



Nota: Comparación de Sacarosa en procesos

El proceso muestra un alto grado de eficiencia y estabilidad. En cuanto a las pérdidas de sacarosa en el bagazo y la cachaza son mínimas y controladas, lo que indica una operación eficiente en las etapas de extracción y clarificación. Así mismo se puede decir que el proceso es consistente, con concentraciones de sacarosa en la masa y melaza manteniéndose estable en el tiempo. El gráfico no muestra problemas, lo que valida un proceso robusto, y de ayuda al monitoreo para detectar variaciones

EXTRACCION DE SACAROSA EN BAGAZO

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo durante el mes de enero 2024

Tabla 3

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo en el mes de enero 2024

FECHA	Sac. Ext Bag. Max	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
8-Ene	1.95	1.4611	1.9225	2.3839	0	0	0.173	0.567
9-Ene	1.78	1.4611	1.9225	2.3839	0.17	0	0.173	0.567
10-Ene	2.03	1.4611	1.9225	2.3839	0.25	0	0.173	0.567
11-Ene	1.81	1.4611	1.9225	2.3839	0.22	0	0.173	0.567
12-Ene	1.98	1.4611	1.9225	2.3839	0.17	0	0.173	0.567
13-Ene	1.84	1.4611	1.9225	2.3839	0.14	0	0.173	0.567
14-Ene	2.12	1.4611	1.9225	2.3839	0.28	0	0.173	0.567
15-Ene	2.1	1.4611	1.9225	2.3839	0.02	0	0.173	0.567
16-Ene	1.92	1.4611	1.9225	2.3839	0.18	0	0.173	0.567
17-Ene	1.85	1.4611	1.9225	2.3839	0.07	0	0.173	0.567
18-Ene	2.13	1.4611	1.9225	2.3839	0.28	0	0.173	0.567
19-Ene	1.89	1.4611	1.9225	2.3839	0.24	0	0.173	0.567
20-Ene	2.00	1.4611	1.9225	2.3839	0.11	0	0.173	0.567
21-Ene	1.72	1.4611	1.9225	2.3839	0.28	0	0.173	0.567
22-Ene	1.88	1.4611	1.9225	2.3839	0.16	0	0.173	0.567
23-Ene	2.02	1.4611	1.9225	2.3839	0.14	0	0.173	0.567
24-Ene	1.94	1.4611	1.9225	2.3839	0.08	0	0.173	0.567
25-Ene	1.75	1.4611	1.9225	2.3839	0.19	0	0.173	0.567
26-Ene	2.08	1.4611	1.9225	2.3839	0.33	0	0.173	0.567
27-Ene	1.81	1.4611	1.9225	2.3839	0.27	0	0.173	0.567
28-Ene	1.98	1.4611	1.9225	2.3839	0.17	0	0.173	0.567
29-Ene	1.9	1.4611	1.9225	2.3839	0.08	0	0.173	0.567
30-Ene	1.8	1.4611	1.9225	2.3839	0.1	0	0.173	0.567
31-Ene	1.86	1.4611	1.9225	2.3839	0.06	0	0.173	0.567
Promedio	1.9225			Promedio	0.173			
Suma	46.14			Suma	3.99			
desv	0.1187			Des RM	0.1538			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 4

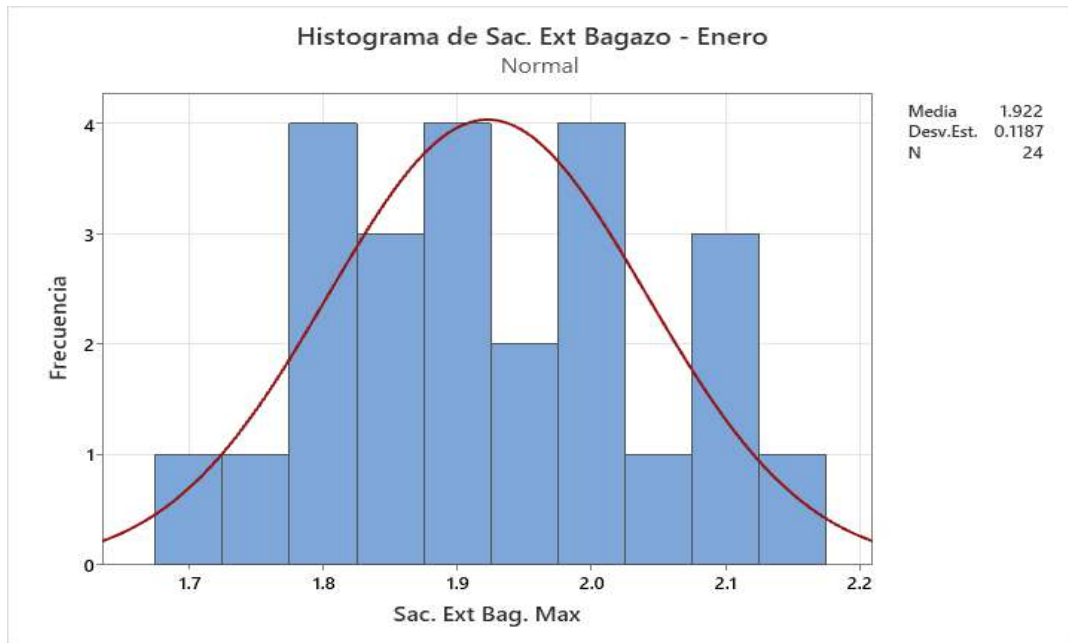
	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	GL	Significancia
Sac en bagazo	0.962	24	0.480

Nota: Elaboración Propia

Del análisis se determina que los datos cumplen con una distribución normal

Figura 9

Histograma del contenido de sacarosa extraída del Bagazo, mes de enero



Nota: elaboración propia

CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL

Para la Media

$$\bar{\bar{X}} = 1.922, \quad d_2 = 1.128, \quad \bar{R} = 0.173 \quad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = 0.1534$$

DETERMINACIÓN DE LOS LÍMITES DE CONTROL

LC = limite Central = 1.922

$$LCS = \bar{\bar{X}} + 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.922 + 3 * \left(\frac{0.173}{1.128}\right) = 2.3821$$

$$LCI = \bar{\bar{X}} - 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCI = 1.922 - 3 * \left(\frac{0.173}{1.128}\right) = 1.4619$$

CALCULO DE LÍMITES DE CONTROL PARA GRÁFICO I-MR

Vamos a calcular los límites de control para el grafico de Rangos Móviles (MR) y el grafico de individuales (I) para evaluar la estabilidad.

Límites de control para el grafico de rangos móviles (MR)

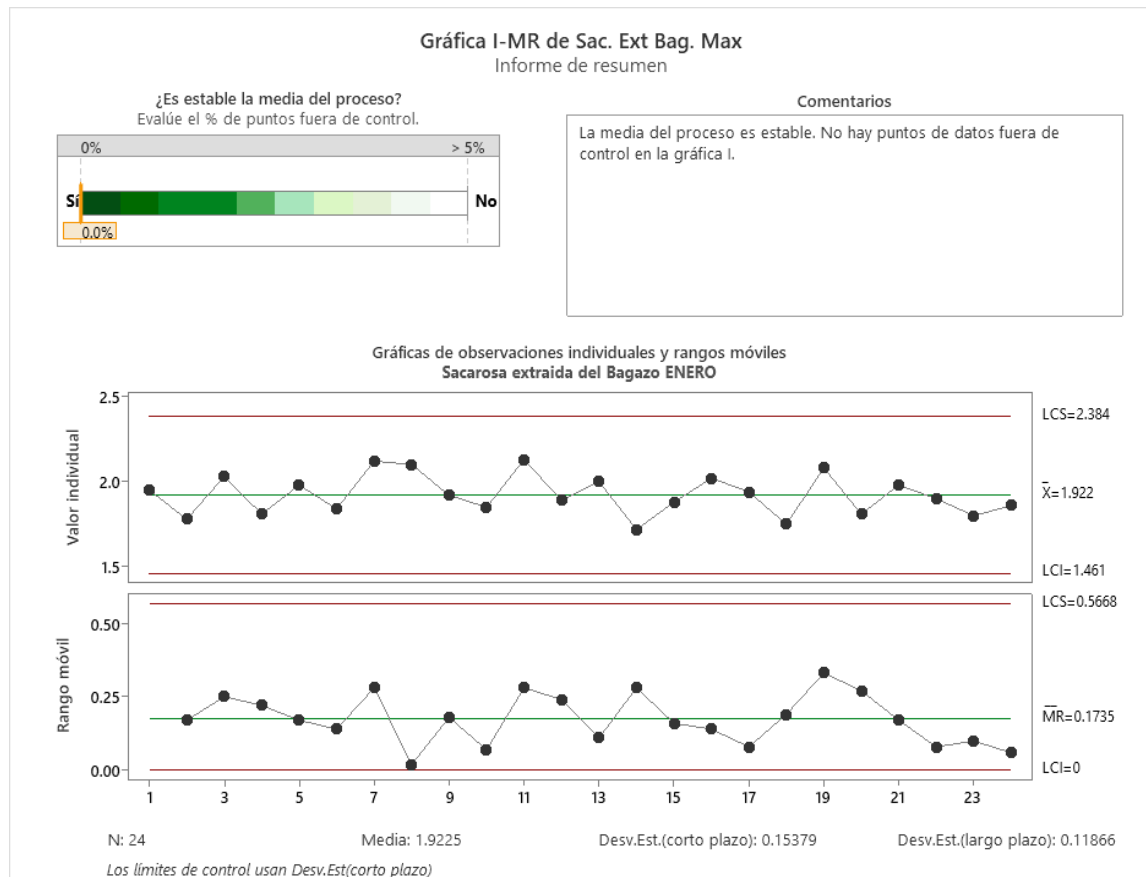
Limite central: $\bar{R} = 0.173$

Límite de control superior: $LCL_{MR}: D_4 \times \bar{R} = 3.268 \times 0.173 = 0.5669$

Límite de control inferior: $LCS_{MR}: D_3 \times \bar{R} = 0 \times 0.173 = 0$

Figura 10

Gráfico de Control cantidad de Sacarosa extraída del bagazo, Mes de enero 2024



Nota: Elaboración Propia

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$LEI = 1.922 \quad , \quad LES = 2.20 \quad y \quad \sigma_{LP} = 0.1187$$

Cálculo de la capacidad de desempeño real del proceso (Ppk)

$$Ppk = \frac{USL - \bar{X}}{3 \cdot \sigma} \quad Ppk = \frac{2.20 - 1.922}{3 \cdot 0.1187} = 0.78$$

$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ **No es adecuado para cumplir con el limite (Proceso incapaz)**

De la Figura 10 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Así mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) se dice que el proceso es **incapaz**, porque el resultado de 0.78 está debajo del estándar de clase mundial (1.33).

Tabla 5

Análisis Estadístico del Parámetro Sacarosa extraída del Bagazo (enero 2024)

N Validos		24
Perdidos		0
Media		1,9225
Error estándar de la media		0,0242216
Mediana		1,91
Moda		1,98
Desviación estandar		0,118661
Varianza		0,0140804
Asimetría		0.19
Error estándar de asimetría		0,472
Curtosis		-0.90
Error estándar de curtosis		0,918
Rango		0.41
Mínimo		1,72
Máximo		2,13
Percentiles	25	1.8175
	50	1,91
	75	2,015

Nota: Elaboración Propia

En la tabla 4 observamos el rango que se extrae de sacarosa durante el proceso de la masa de 0.41, que presentan un valor Máximo de 2,13 y un mínimo de 1.72 que fluctúan en las muestras analizadas, con una media de 1,9225, una mediana de 1,91 y una moda de 1,98 en los registros muestrales. Con un intervalo de confianza del 95%.

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo durante el mes de febrero 2024

Tabla N° 6

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo en el mes de febrero 2024

FECHA	Sac. Ext Bag. Max	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
2-Feb	1.85	1.5462	1.8943	2.2425	0	0	0.131	0.428
4-Feb	1.78	1.5462	1.8943	2.2425	0.07	0	0.131	0.428
5-Feb	1.96	1.5462	1.8943	2.2425	0.18	0	0.131	0.428
6-Feb	2.02	1.5462	1.8943	2.2425	0.06	0	0.131	0.428
7-Feb	1.8	1.5462	1.8943	2.2425	0.22	0	0.131	0.428
8-Feb	1.91	1.5462	1.8943	2.2425	0.11	0	0.131	0.428
9-Feb	2.1	1.5462	1.8943	2.2425	0.19	0	0.131	0.428
11-Feb	1.92	1.5462	1.8943	2.2425	0.18	0	0.131	0.428
12-Feb	2.05	1.5462	1.8943	2.2425	0.13	0	0.131	0.428
13-Feb	1.88	1.5462	1.8943	2.2425	0.17	0	0.131	0.428
14-Feb	1.75	1.5462	1.8943	2.2425	0.13	0	0.131	0.428
15-Feb	1.98	1.5462	1.8943	2.2425	0.23	0	0.131	0.428
16-Feb	1.85	1.5462	1.8943	2.2425	0.13	0	0.131	0.428
18-Feb	1.88	1.5462	1.8943	2.2425	0.03	0	0.131	0.428
19-Feb	1.9	1.5462	1.8943	2.2425	0.02	0	0.131	0.428
20-Feb	1.78	1.5462	1.8943	2.2425	0.12	0	0.131	0.428
21-Feb	1.89	1.5462	1.8943	2.2425	0.11	0	0.131	0.428
22-Feb	2.01	1.5462	1.8943	2.2425	0.12	0	0.131	0.428
23-Feb	1.81	1.5462	1.8943	2.2425	0.2	0	0.131	0.428
25-Feb	1.92	1.5462	1.8943	2.2425	0.11	0	0.131	0.428
26-Feb	1.86	1.5462	1.8943	2.2425	0.06	0	0.131	0.428
27-Feb	1.74	1.5462	1.8943	2.2425	0.12	0	0.131	0.428
28-Feb	1.93	1.5462	1.8943	2.2425	0.19	0	0.131	0.428
Promedio	1.8943			Promedio	0.131			
Suma	43.57			Suma	2.88			
	0.0959			Des RM	0.1161			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 7

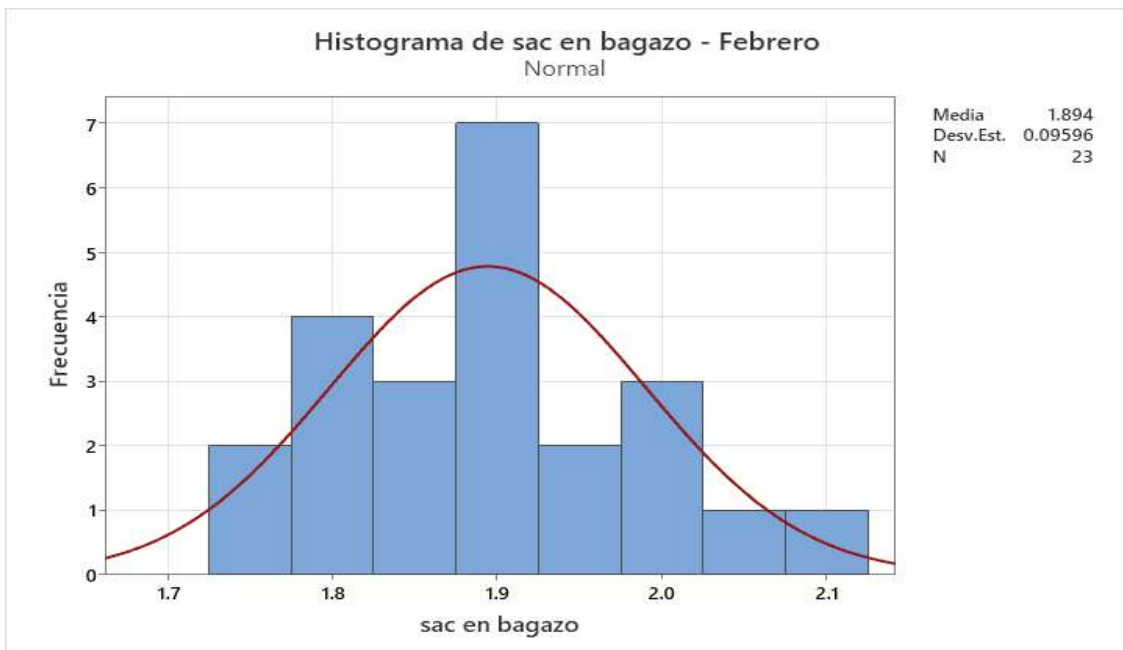
	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	GL	Significancia
Sac en bagazo	0.972	24	0.724

Nota: Elaboración Propia

Del análisis de los datos se ha encontrado que los datos cumplen con una distribución normal como se observa en el siguiente cuadro:

Figura 11

Histograma del contenido de sacarosa extraído del bagazo, mes de febrero



Nota: Elaboración Propia

CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL

Para la Media

$$\bar{\bar{X}} = 1.8943 \quad d_2 = 1.128, \quad \bar{R} = 0.131 \quad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = 0.1161$$

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONTROL

$$LC = \text{limite Central} = 1.6609$$

$$LCS = \bar{X} + 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.8943 + 3 * \left(\frac{0.1161}{1.128}\right) = 2.2425$$

$$LCI = \bar{X} - 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.8943 - 3 * \left(\frac{0.1161}{1.128}\right) = 1.5462$$

CÁLCULO DE LIMITES DE CONTROL PARA GRAFICOS IMR

Límites de control para el grafico de rangos móviles (MR)

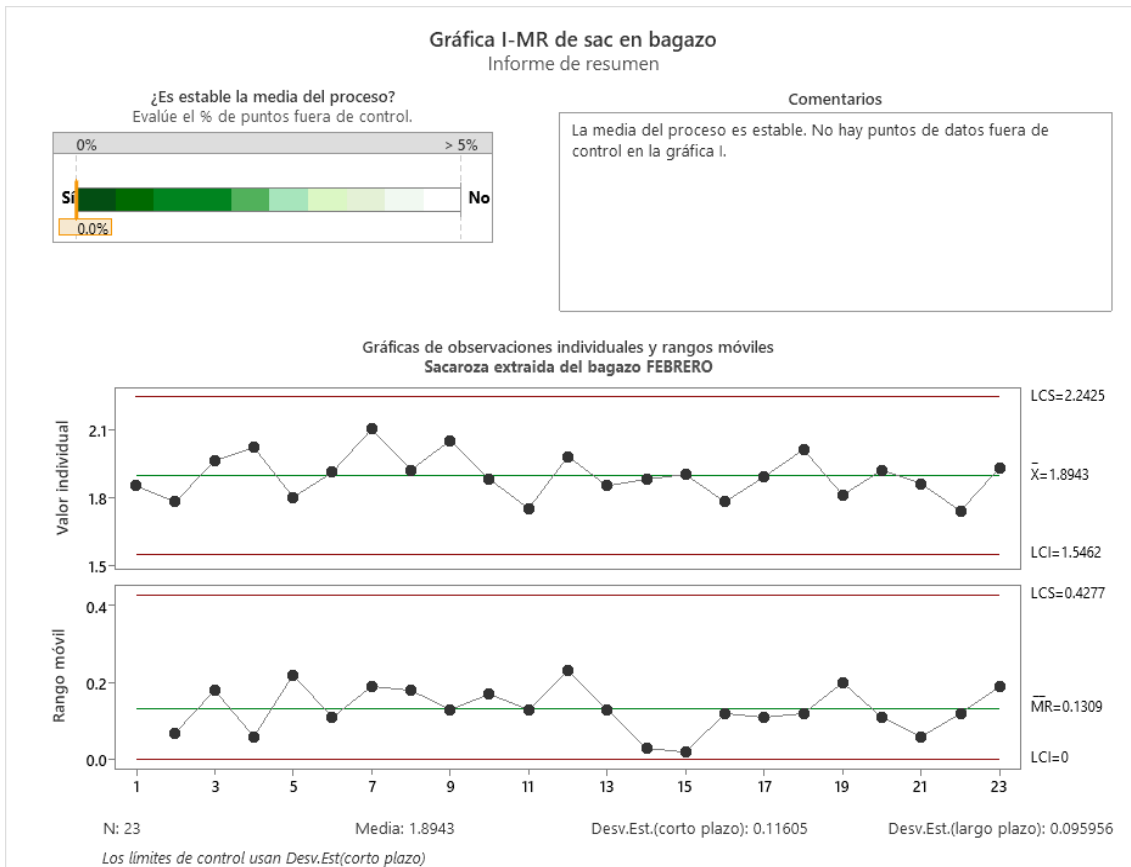
$$\text{Limite central:} \quad \bar{R} = 0.131$$

$$\text{Limite de control superior:} \quad LCS_{MR}: D_4 \times \bar{R} = 3.268 \times 0.131 = 0.428$$

$$\text{Limite de control inferior:} \quad LCI_{MR}: D_3 \times \bar{R} = 0 \times 0.131 = 0$$

Figura 12

Gráfico de Control Cantidad de Sacarosa extraída del bagazo, Mes de febrero



Nota: Elaboración Propia

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$LEI = 1.8943 \quad LES = 2.20 \quad \text{y} \quad \sigma_{LP} = 0.09596$$

Cálculo de la capacidad de desempeño real proceso (Ppk)

$$Ppk = \frac{USL - \bar{x}}{3\sigma} \quad Ppk = \frac{2.20 - 1.8943}{3 \cdot 0.09596} = 1.06$$

$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (Proceso incapaz)

De la Figura 12 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Asi mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) se dice que el proceso es **marginalmente capaz**, porque el resultado de 1.06 está casi cerca al estandar de clase mundial (1.33).

Tabla 8

Análisis Estadístico del Parámetro Sacarosa extraída del Bagazo (febrero 2024)

N Validos		23
Perdidos		0
Media		1,89435
Error estándar de la media		0,0200082
Mediana		1,89
Moda		1,85
Desviación estandar		0,0959
Varianza		0,0092075
Asimetría		0.32
Error estándar de asimetría		0,472
Curtosis		-0.38
Error estándar de curtosis		0,918
Rango		0.36
Mínimo		1,74
Máximo		2.1
Percentiles	25	1.81
	50	1,89
	75	1.93

Nota: Valores Estadísticos de la cantidad de sacarosa en el bagazo

En la tabla 8 observamos el rango que se extrae de sacarosa durante el proceso de la masa está en 0.20, que presentan un valor Máximo de 1.75 y un mínimo de 1.55 que fluctúan en las muestras analizadas, con una media de 1,6617, una mediana de 1,6750 y una moda de 1,68 en los registros muestrales. Con un intervalo de confianza del 95%.

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo durante el mes de marzo 2024

Tabla 9

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo en el mes de febrero 2024

FECHA	Sac. Ext Bag. Max	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
4-Mar	2.05	1.5240	1.8914	2.2588	0	0	0.138	0.451
5-Mar	1.82	1.5240	1.8914	2.2588	0.23	0	0.138	0.451
6-Mar	1.9	1.5240	1.8914	2.2588	0.08	0	0.138	0.451
7-Mar	1.92	1.5240	1.8914	2.2588	0.02	0	0.138	0.451
8-Mar	2.00	1.5240	1.8914	2.2588	0.08	0	0.138	0.451
9-Mar	1.82	1.5240	1.8914	2.2588	0.18	0	0.138	0.451
10-Mar	1.74	1.5240	1.8914	2.2588	0.08	0	0.138	0.451
11-Mar	1.72	1.5240	1.8914	2.2588	0.02	0	0.138	0.451
12-Mar	1.98	1.5240	1.8914	2.2588	0.26	0	0.138	0.451
13-Mar	1.94	1.5240	1.8914	2.2588	0.04	0	0.138	0.451
14-Mar	1.8	1.5240	1.8914	2.2588	0.14	0	0.138	0.451
15-Mar	1.85	1.5240	1.8914	2.2588	0.05	0	0.138	0.451
16-Mar	1.88	1.5240	1.8914	2.2588	0.03	0	0.138	0.451
17-Mar	2.01	1.5240	1.8914	2.2588	0.13	0	0.138	0.451
18-Mar	1.85	1.5240	1.8914	2.2588	0.16	0	0.138	0.451
19-Mar	1.95	1.5240	1.8914	2.2588	0.10	0	0.138	0.451
20-Mar	2.08	1.5240	1.8914	2.2588	0.13	0	0.138	0.451
21-Mar	1.82	1.5240	1.8914	2.2588	0.26	0	0.138	0.451
22-Mar	1.78	1.5240	1.8914	2.2588	0.04	0	0.138	0.451
23-Mar	1.80	1.5240	1.8914	2.2588	0.02	0	0.138	0.451
24-Mar	1.72	1.5240	1.8914	2.2588	0.08	0	0.138	0.451
25-Mar	1.92	1.5240	1.8914	2.2588	0.20	0	0.138	0.451
26-Mar	2.00	1.5240	1.8914	2.2588	1.00	0	0.138	0.451
27-Mar	1.94	1.5240	1.8914	2.2588	0.06	0	0.138	0.451
28-Mar	1.96	1.5240	1.8914	2.2588	0.02	0	0.138	0.451
29-Mar	2.05	1.5240	1.8914	2.2588	0.09	0	0.138	0.451
30-Mar	1.84	1.5240	1.8914	2.2588	0.21	0	0.138	0.451
31-Mar	1.82	1.5240	1.8914	2.2588	0.02	0	0.138	0.451
Promedio	1.8914			Promedio	0.138			
Suma	52.96			Suma	3.73			
				Des RM	0.1225			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 10

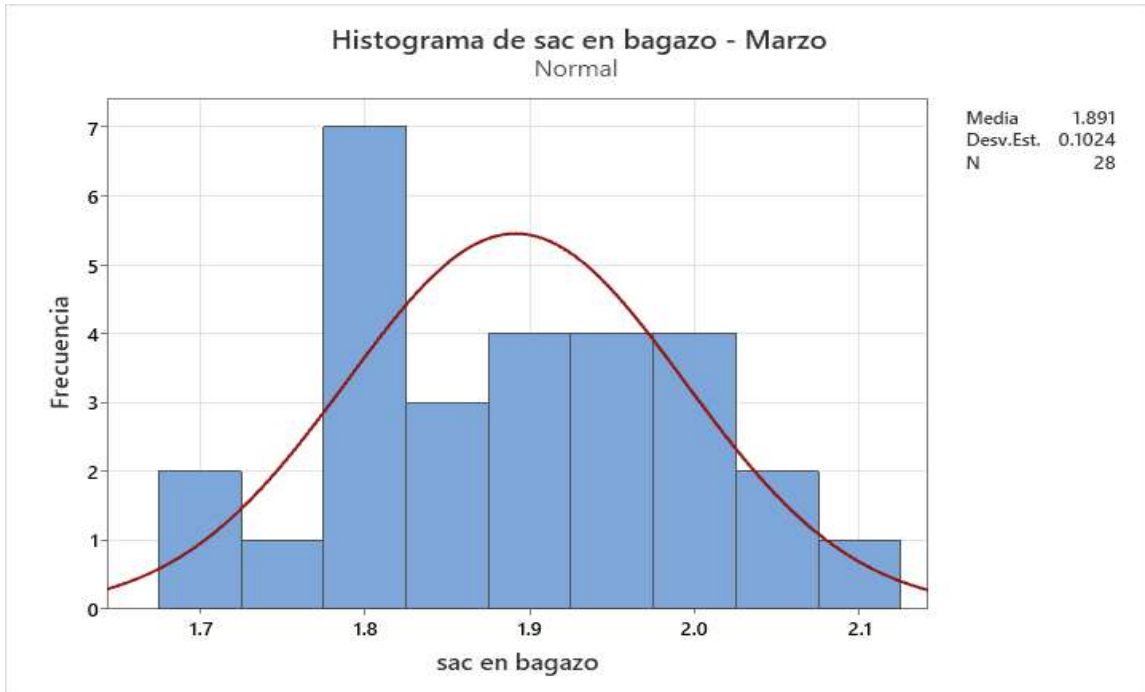
	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	GL	Significancia
Sac en bagazo	0.972	24	0.724

Nota: Elaboración Propia

Del análisis se encontró que los datos cumplen con una distribución normal

Figura 13

Histograma del contenido de sacarosa extraída del Bagazo, mes de marzo



Nota: Elaboración Propia

CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL

Para la Media

$$\bar{\bar{X}} = 1.8914 \quad d_2 = 1.128, \quad \bar{R} = 0.138 \quad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = 0.1225$$

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONTROL

$$LC = \text{limite Central} = 1.8914$$

$$LCS = \bar{X} + 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.8914 + 3 * \left(\frac{0.138}{1.128}\right) = 2.2588$$

$$LCI = \bar{X} - 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.8914 - 3 * \left(\frac{0.138}{1.128}\right) = 1.5240$$

CÁLCULO DE LIMITES DE COTROL PARA GRAFICO IMR

Límites de control para el grafico de rangos móviles (MR)

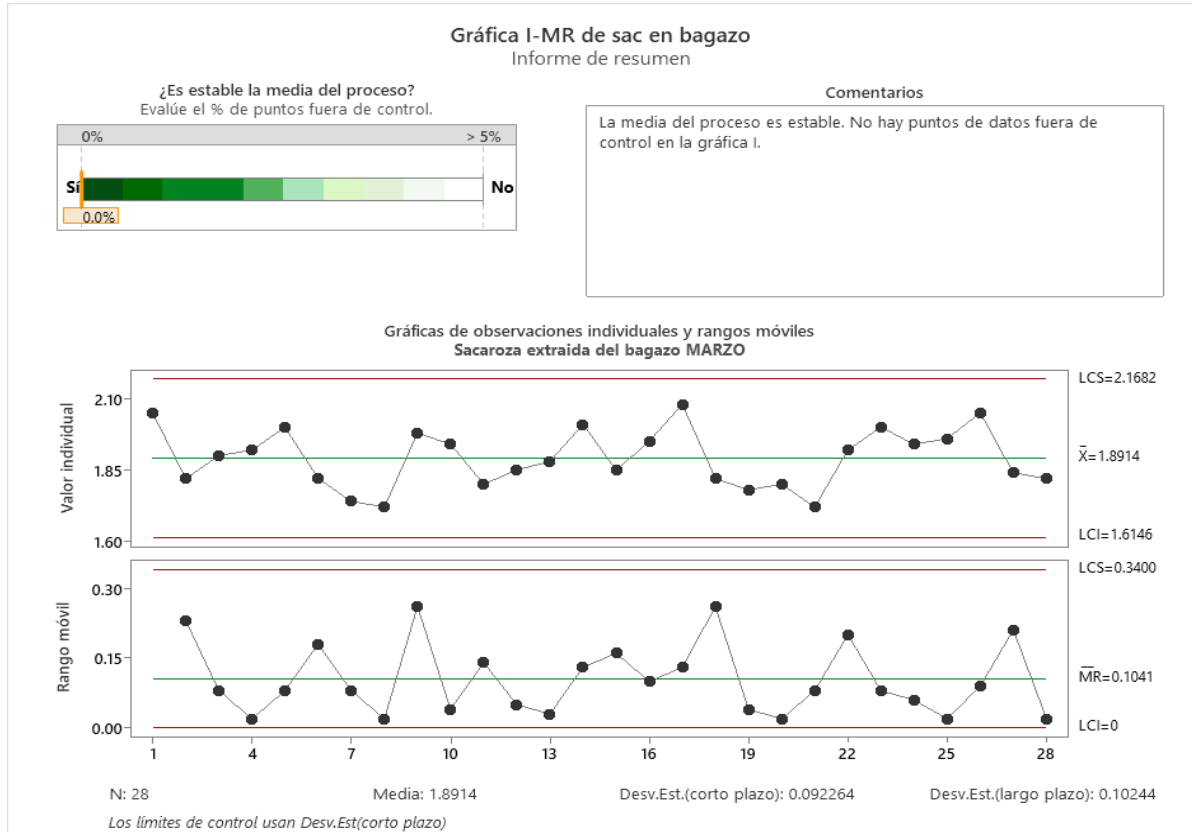
Limite central: $\bar{R} = 0.138$

Límite de control superior: $LCI_{MR}: D_4 \times \bar{R} = 3.268 \times 0.138 = 0.451$

Límite de control inferior: $LCS_{MR}: D_3 \times \bar{R} = 0 \times 0.0459 = 0$

Figura 14

Gráfica de control de Cantidad de Sacarosa extraída del bagazo, mes de marzo 2024



Nota: elaboración Propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$LEI = 1.8914$ $LES = 2.20$ y $\sigma_{LP} = 0.10244$

Cálculo de la capacidad del proceso (cp)

$$Ppk = \frac{LES - LEI}{3\sigma} \quad Ppk = \frac{2.20 - 1.8914}{3 * 0.10244} = 1.00$$

$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (Proceso incapaz)

De la Figura 14 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Asi mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) se dice que el proceso es **marginalmente capaz**, porque el resultado de 1.00 está casi cerca al estandar de clase mundial (1.33).

Tabla 11

Análisis Estadístico del Parámetro Sacarosa extraída del Bagazo (marzo 2024)

N Validos		28
Perdidos		0
Media		1,89143
Error estándar de la media		0,019359
Mediana		1,89
Moda		1,82
Desviación estandar		0,10244
Varianza		0,0104942
Asimetría		0.08
Error estándar de asimetría		0.472
Curtosis		-0.94
Error estándar de curtosis		0.918
Rango		0.36
Mínimo		1,72
Máximo		2.08
Percentiles	25	1.82
	50	1,89
	75	1.975

Nota: Valores Estadísticos de la cantidad de sacarosa en el bagazo

En la tabla 7 observamos el rango que se extrae de sacarosa durante el proceso de la masa está en 0.20, que presentan un valor Máximo de 1.70 y un mínimo de 1.50 que fluctúan en las muestras analizadas, con una media de 1,6286, una mediana de 1,6350 y una moda de 1,68 en los registros muestrales. Con un intervalo de confianza del 95%.

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo durante el mes de abril 2024

Tabla 12

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo en el mes de abril 2024

FECHA	Sac. Ext Bag. Max	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
1-Abr	1.98	1.5756	1.9225	2.2694	0	0	0.130	0.426
2-Abr	2.05	1.5756	1.9225	2.2694	0.07	0	0.130	0.426
3-Abr	1.82	1.5756	1.9225	2.2694	0.23	0	0.130	0.426
4-Abr	1.91	1.5756	1.9225	2.2694	0.09	0	0.130	0.426
5-Abr	2.08	1.5756	1.9225	2.2694	0.17	0	0.130	0.426
7-Abr	1.95	1.5756	1.9225	2.2694	0.13	0	0.130	0.426
8-Abr	1.77	1.5756	1.9225	2.2694	0.18	0	0.130	0.426
9-Abr	1.88	1.5756	1.9225	2.2694	0.11	0	0.130	0.426
10-Abr	1.94	1.5756	1.9225	2.2694	0.06	0	0.130	0.426
11-Abr	2.11	1.5756	1.9225	2.2694	0.17	0	0.130	0.426
12-Abr	1.79	1.5756	1.9225	2.2694	0.32	0	0.130	0.426
14-Abr	1.96	1.5756	1.9225	2.2694	0.17	0	0.130	0.426
15-Abr	2.01	1.5756	1.9225	2.2694	0.05	0	0.130	0.426
16-Abr	1.86	1.5756	1.9225	2.2694	0.15	0	0.130	0.426
17-Abr	1.92	1.5756	1.9225	2.2694	0.06	0	0.130	0.426
18-Abr	1.85	1.5756	1.9225	2.2694	0.07	0	0.130	0.426
19-Abr	1.97	1.5756	1.9225	2.2694	0.12	0	0.130	0.426
21-Abr	2.03	1.5756	1.9225	2.2694	0.06	0	0.130	0.426
22-Abr	1.89	1.5756	1.9225	2.2694	0.14	0	0.130	0.426
23-Abr	1.84	1.5756	1.9225	2.2694	0.05	0	0.130	0.426
24-Abr	2.10	1.5756	1.9225	2.2694	0.26	0	0.130	0.426
25-Abr	1.85	1.5756	1.9225	2.2694	0.25	0	0.130	0.426
26-Abr	1.78	1.5756	1.9225	2.2694	0.07	0	0.130	0.426
28-Abr	1.8	1.5756	1.9225	2.2694	0.02	0	0.130	0.426
Promedio	1.9225			Promedio	0.130			
Suma	46.14			Suma	3			
Desv	0.1034			Des RM	0.1156			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 13

Prueba de normalidad

	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	GL	Significancia
Sac en bagazo	0.970	24	0.678

Nota: Elaboración Propia

Del análisis se encontró que los datos cumplen con una distribución normal

Figura 15

Histograma del contenido de sacarosa extraída en el Bagazo, mes de abril



Nota: Elaboración Propia

CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL

Para la Media

$$\bar{X} = 1.9225 \quad d_2 = 1.128, \quad \bar{R} = 0.130 \quad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = 0.1156$$

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONTROL

$$LC = \text{limite Central} = 1.9225$$

$$LCS = \bar{X} + 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.9225 + 3 * \left(\frac{0.130}{1.128}\right) = 2.2694$$

$$LCI = \bar{X} - 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.9225 - 3 * \left(\frac{0.130}{1.128}\right) = 1.5756$$

CÁLCULO DE LIMITES DE COTROL PARA GRAFICO IMR

Límites de control para el grafico de rangos móviles (MR)

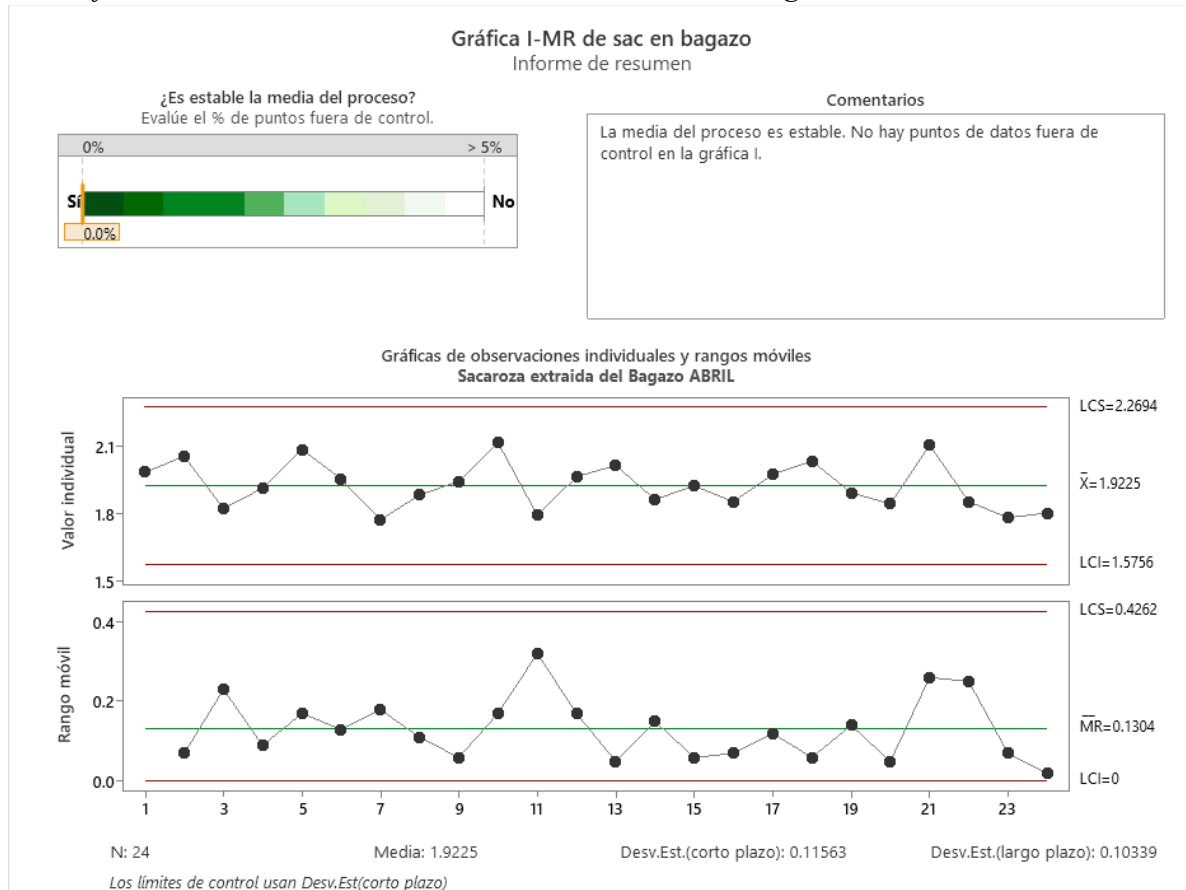
Limite central: $\bar{R} = 0.130$

Límite de control superior: $LCL_{MR}: D_4 \times \bar{R} = 3.268 \times 0.130 = 0.426$

Límite de control inferior: $LCS_{MR}: D_3 \times \bar{R} = 0 \times 0.130 = 0$

Figura 16

Gráfico de Control Cantidad de Sacarosa extraída del bagazo, Mes de abril



Nota: elaboración Propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

LEI = 1.9225 LES = 2.20 y $\sigma_{LP} = 0.10339$

Cálculo de la capacidad del proceso (cp)

$$Ppk = \frac{LES-LEI}{3\sigma} \quad Ppk = \frac{2.20-1.9225}{3 * 0.10339} = 0.89$$

$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (Proceso incapaz)

De la Figura 16 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Asi mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) se dice que el proceso es **incapaz**, porque el resultado de 0.89 está por debajo del estandar de clase mundial (1.33).

Tabla 14

Análisis Estadístico del Parámetro Sacarosa extraída del Bagazo (abril 2024)

N Validos		24
Perdidos		0
Media		1,9225
Error estándar de la media		0,0211040
Mediana		1,915
Moda		1,85
Desviación estandar		0,103388
Varianza		0,0106891
Asimetría		0.30
Error estándar de asimetría		0,472
Curtosis		-0.95
Error estándar de curtosis		0,918
Rango		0.34
Mínimo		1,77
Máximo		2,11
Percentiles	25	1.8425
	50	1,915
	75	2.0025

Nota: Valores Estadísticos de la cantidad de sacarosa en el bagazo

En la tabla 7 observamos el rango que se extrae de sacarosa durante el proceso de la masa está en 0.20, que presentan un valor Máximo de 1.70 y un mínimo de 1.50 que fluctúan en las muestras analizadas, con una media de 1,6286, una mediana de 1,6350 y una moda de 1,68 en los registros muestrales. Con un intervalo de confianza del 95%.

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo durante el mes de mayo 2024

Tabla 15

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo en el mes de mayo 2024

FECHA	Sac. Ext Bag. Max	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
3-May	1.95	1.4036	1.9262	2.4488	0	0	0.197	0.642
5-May	1.82	1.4036	1.9262	2.4488	0.13	0	0.197	0.642
6-May	2.08	1.4036	1.9262	2.4488	0.26	0	0.197	0.642
7-May	1.75	1.4036	1.9262	2.4488	0.33	0	0.197	0.642
8-May	1.9	1.4036	1.9262	2.4488	0.15	0	0.197	0.642
9-May	2.15	1.4036	1.9262	2.4488	0.25	0	0.197	0.642
10-May	1.83	1.4036	1.9262	2.4488	0.32	0	0.197	0.642
12-May	2.05	1.4036	1.9262	2.4488	0.22	0	0.197	0.642
13-May	1.78	1.4036	1.9262	2.4488	0.27	0	0.197	0.642
14-May	1.92	1.4036	1.9262	2.4488	0.14	0	0.197	0.642
15-May	1.85	1.4036	1.9262	2.4488	0.07	0	0.197	0.642
16-May	2.12	1.4036	1.9262	2.4488	0.27	0	0.197	0.642
19-May	1.98	1.4036	1.9262	2.4488	0.14	0	0.197	0.642
20-May	1.72	1.4036	1.9262	2.4488	0.26	0	0.197	0.642
21-May	1.88	1.4036	1.9262	2.4488	0.16	0	0.197	0.642
23-May	2.1	1.4036	1.9262	2.4488	0.22	0	0.197	0.642
26-May	1.94	1.4036	1.9262	2.4488	0.16	0	0.197	0.642
27-May	1.8	1.4036	1.9262	2.4488	0.14	0	0.197	0.642
28-May	2.02	1.4036	1.9262	2.4488	0.22	0	0.197	0.642
30-May	1.87	1.4036	1.9262	2.4488	0.15	0	0.197	0.642
31-May	1.94	1.4036	1.9262	2.4488	0.07	0	0.197	0.642
Promedio	1.9262			Promedio	0.197			
Suma	40.45			Suma	3.93			
desv	0.1250			Des RM	0.1742			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 16

Prueba de normalidad

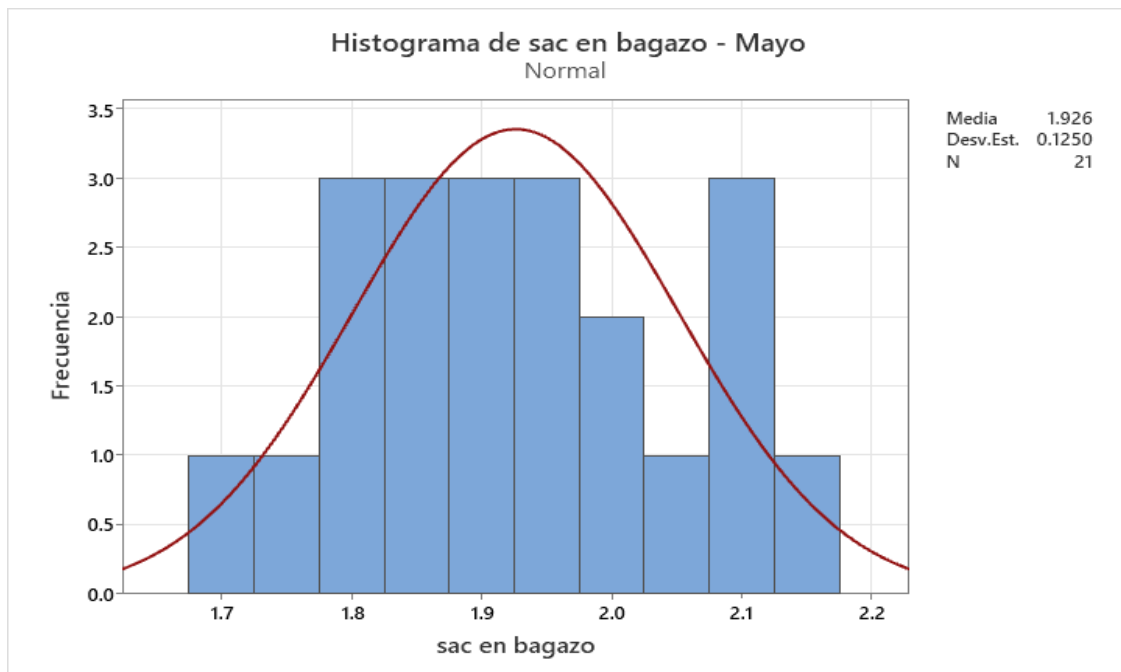
	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	GL	Significancia
Sac en bagazo	0.934	21	0.166

Nota: Elaboración Propia

Del análisis se encontró que los datos cumplen con una distribución normal

Figura N° 17

Histograma de los datos de contenido de sacarosa – mes de mayo



Nota: Elaboración Propia

CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL

Para la Media

$$\bar{\bar{X}} = 1.9262 \quad d_2 = 1.128, \quad \bar{R} = 0.197 \quad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = 0.1742$$

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONTROL

LC = limite Central = 1.9262

$$LCS = \bar{X} + 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.9262 + 3 * \left(\frac{0.197}{1.128}\right) = 2.4488$$

$$LCI = \bar{X} - 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.9225 - 3 * \left(\frac{0.197}{1.128}\right) = 1.4036$$

CÁLCULO DE LIMITES DE COTROL PARA GRAFICO IMR

Límites de control para el grafico de rangos móviles (MR)

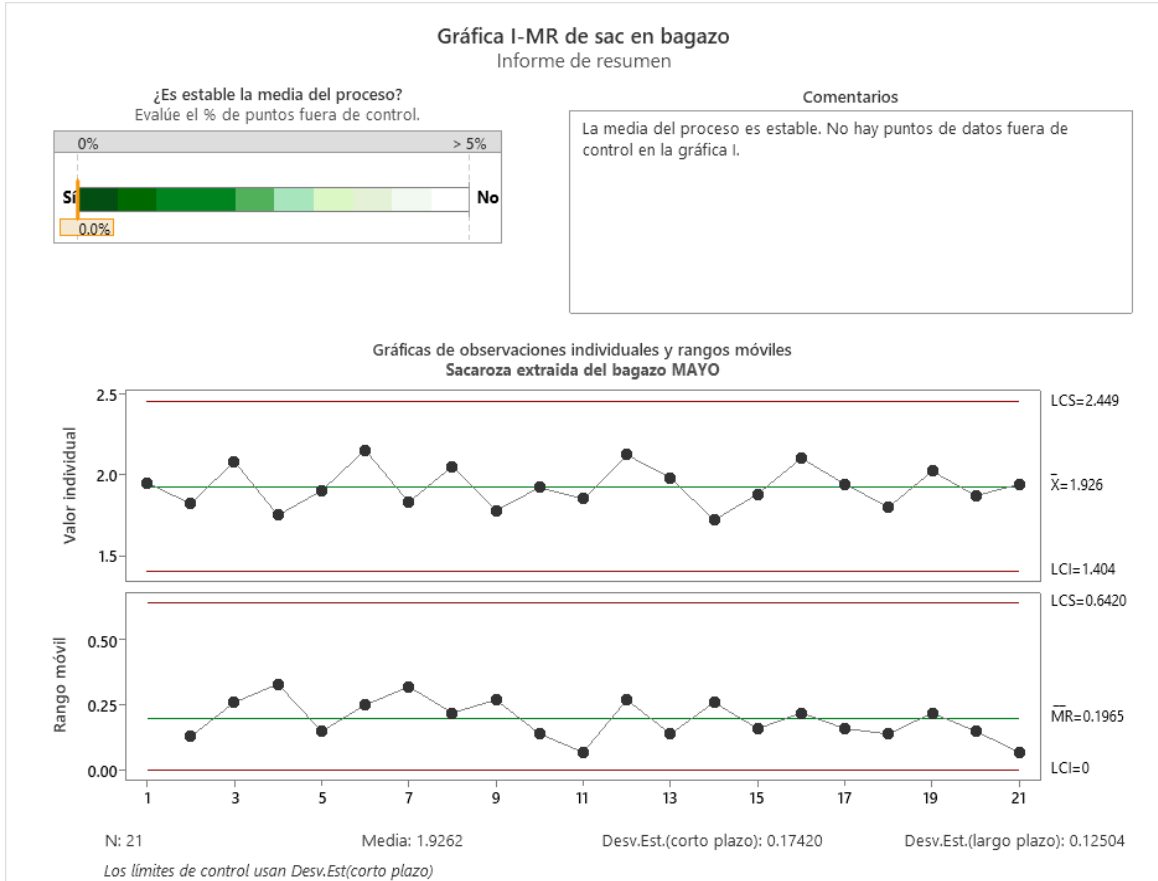
Límite central: $\bar{R} = 0.197$

Límite de control superior: $LCI_{MR}: D_4 \times \bar{R} = 3.268 \times 0.197 = 0.642$

Límite de control inferior: $LCS_{MR}: D_3 \times \bar{R} = 0 \times 0.130 = 0$

Figura 18

Gráfico de Control, cantidad de Sacarosa extraída del bagazo, Mes de mayo



Nota: elaboración Propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$LEI = 1.9262 \quad LES = 2.20 \quad \text{y} \quad \sigma_{LP} = 0.10339$$

Cálculo de la capacidad del proceso (cp)

$$Ppk = \frac{LES - LEI}{3 \cdot \sigma} \quad Ppk = \frac{2.20 - 1.9262}{3 \cdot 0.12504} = 0.73$$

$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ **No es adecuado para cumplir con el límite (Proceso incapaz)**

De la Figura 18 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Asi mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) se dice que el proceso es **incapaz**, porque el resultado de 0.73 está por debajo del estandar de clase mundial (1.33).

Tabla 17

Análisis Estadístico del Parámetro Sacarosa extraída del Bagazo (mayo 2024)

N Validos		21
Perdidos		0
Media		1,92619
Error estándar de la media		0,027286
Mediana		1,92
Moda		1,94
Desviación estandar		0,125039
Varianza		0,0156348
Asimetría		0,23
Error estándar de asimetría		0,501
Curtosis		0.386
Error estándar de curtosis		-0,90
Rango		0.43
Mínimo		1,72
Máximo		2,15
Percentiles	25	1.825
	50	1,92
	75	2,035

Nota: Valores Estadísticos de la cantidad de sacarosa en el bagazo

En la tabla 16 observamos el rango que se extrae de sacarosa durante el proceso de la masa está en 0.20, que presentan un valor Máximo de 1.80 y un mínimo de 1.60 que fluctúan en las muestras analizadas, con una media de 1,7319, una mediana de 1,74 y una moda de 1,75 en los registros muestrales. Con un intervalo de confianza del 95%.

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo durante el mes de junio 2024

Tabla 18

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo en el mes de junio 2024

FECHA	Sac. Ext Bag. Max	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
3-Jun	1.88	1.5227	1.9243	2.3259	0	0	0.151	0.493
4-Jun	1.95	1.5227	1.9243	2.3259	0.07	0	0.151	0.493
5-Jun	1.78	1.5227	1.9243	2.3259	0.17	0	0.151	0.493
6-Jun	2.02	1.5227	1.9243	2.3259	0.24	0	0.151	0.493
7-Jun	1.91	1.5227	1.9243	2.3259	0.11	0	0.151	0.493
9-Jun	1.8	1.5227	1.9243	2.3259	0.11	0	0.151	0.493
10-Jun	2.1	1.5227	1.9243	2.3259	0.3	0	0.151	0.493
11-Jun	2.05	1.5227	1.9243	2.3259	0.05	0	0.151	0.493
12-Jun	1.82	1.5227	1.9243	2.3259	0.23	0	0.151	0.493
13-Jun	1.99	1.5227	1.9243	2.3259	0.17	0	0.151	0.493
16-Jun	1.85	1.5227	1.9243	2.3259	0.14	0	0.151	0.493
17-Jun	1.76	1.5227	1.9243	2.3259	0.09	0	0.151	0.493
18-Jun	2.08	1.5227	1.9243	2.3259	0.32	0	0.151	0.493
19-Jun	1.93	1.5227	1.9243	2.3259	0.15	0	0.151	0.493
20-Jun	1.94	1.5227	1.9243	2.3259	0.01	0	0.151	0.493
21-Jun	1.87	1.5227	1.9243	2.3259	0.07	0	0.151	0.493
25-Jun	2.12	1.5227	1.9243	2.3259	0.25	0	0.151	0.493
26-Jun	1.9	1.5227	1.9243	2.3259	0.22	0	0.151	0.493
27-Jun	1.83	1.5227	1.9243	2.3259	0.07	0	0.151	0.493
28-Jun	1.97	1.5227	1.9243	2.3259	0.14	0	0.151	0.493
30-Jun	1.86	1.5227	1.9243	2.3259	0.11	0	0.151	0.493
Promedio	1.9243			Promedio	0.151			
Suma	40.41			Suma	3.02			
desv	0.1059			Des RM	0.1339			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 19

Prueba de normalidad

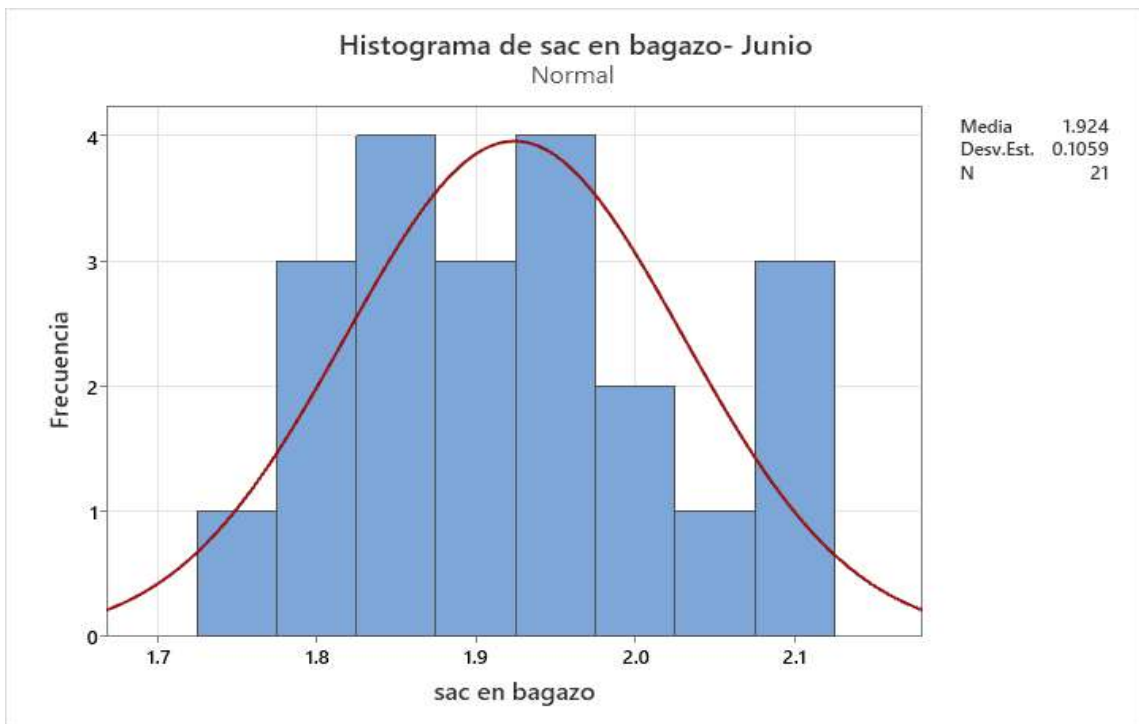
	Shapiro – Wilk		
	Estadístico	GL	Significancia
Sac en bagazo	0.961	21	0.650

Nota: Elaboración Propia

Del análisis se encontró que los datos cumplen con una distribución normal

Figura 19

Histograma del contenido de sacarosa extraída del Bagazo, mes de junio



Nota: Elaboración Propia

CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL

Para la Media

$$\bar{\bar{X}} = 1.9243 \quad d_2 = 1.128, \quad \bar{R} = 0.151 \quad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = 0.1339$$

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONTROL

$$LC = \text{limite Central} = 1.9243$$

$$LCS = \bar{X} + 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.9243 + 3 * \left(\frac{0.1339}{1.128}\right) = 2.3259$$

$$LCI = \bar{X} - 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.9243 - 3 * \left(\frac{0.1339}{1.128}\right) = 1.5227$$

CÁLCULO DE LIMITES DE CONTROL PARA GRAFICO IMR

Límites de control para el gráfico de rangos móviles (MR)

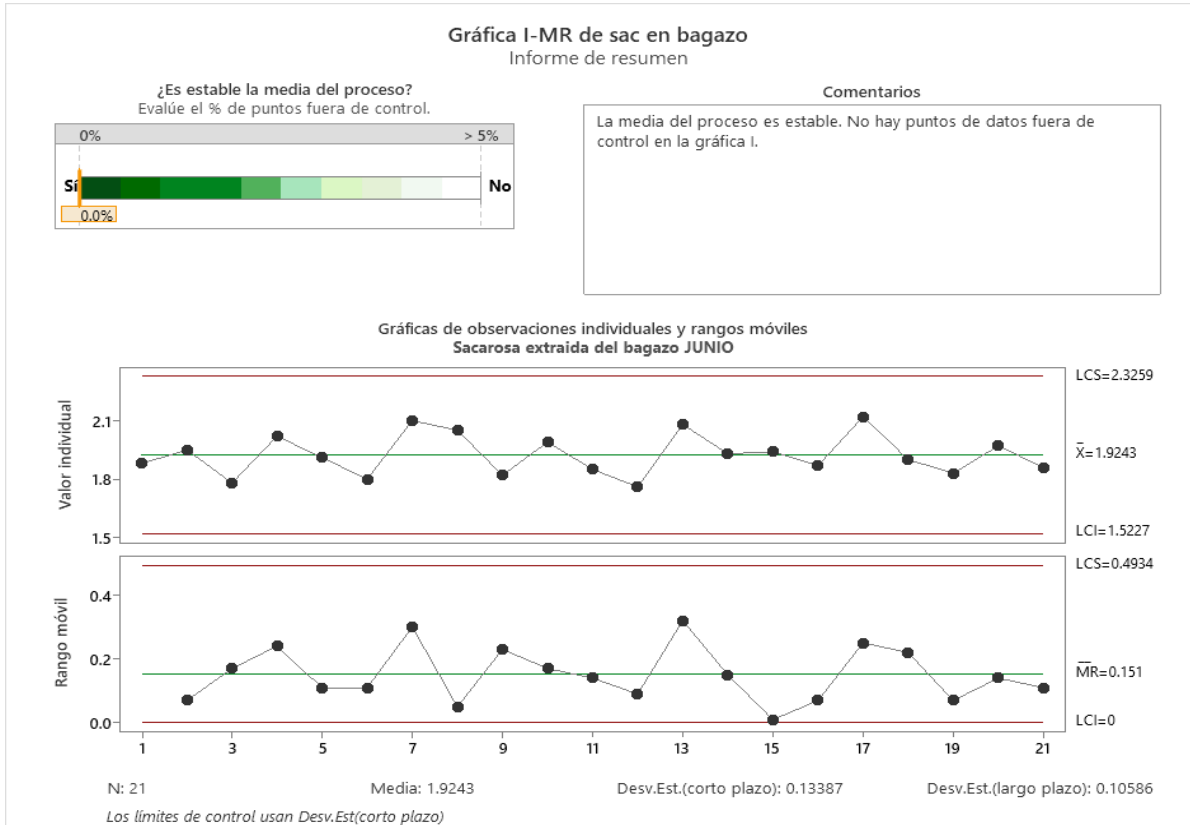
Límite central: $\bar{R} = 0.151$

Límite de control superior: $LCS_{MR}: D_4 \times \bar{R} = 3.268 \times 0.151 = 0.493$

Límite de control inferior: $LCS_{MR}: D_3 \times \bar{R} = 0 \times 0.151 = 0$

Figura 20

Gráfico de Control de cantidad de Sacarosa extraída del bagazo, Mes de junio 2024



Nota: elaboración Propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$USL = 1.9243$ $LES = 2.20$ y $\sigma_{LP} = 0.10586$

Cálculo de la capacidad del proceso (cp)

$$Ppk = \frac{LES - USL}{3\sigma} \quad Ppk = \frac{2.20 - 1.9243}{3 * 0.10586} = 0.87$$

$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ **No es adecuado para cumplir con el límite (Proceso incapaz)**

De la Figura 20 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Asi mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) se dice que el proceso es **incapaz**, porque el resultado de 0.87 está por debajo del estandar de clase mundial (1.33).

.Tabla 20

Análisis Estadístico del Parámetro Sacarosa extraída del Bagazo (junio 2024)

N Validos		21
Perdidos		0
Media		1,92429
Error estándar de la media		0,023099
Mediana		1,91
Moda		---
Desviación estandar		0,10586
Varianza		0,0112057
Asimetría		0.36
Error estándar de asimetría		0,501
Curtosis		-0.81
Error estándar de curtosis		0,97
Rango		0.36
Mínimo		1,76
Máximo		2.12
Percentiles	25	1.84
	50	1,91
	75	2.005

Nota: Valores Estadísticos de la cantidad de sacarosa en el bagazo

En la tabla 16 observamos el rango que se extrae de sacarosa durante el proceso de la masa está en 0.20, que presentan un valor Máximo de 1.80 y un mínimo de 1.60 que fluctúan en las muestras analizadas, con una media de 1,7319, una mediana de 1,74 y una moda de 1,75 en los registros muestrales. Con un intervalo de confianza del 95%.

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo durante el mes de julio 2024

Tabla 21

Cantidad de Sacarosa extraída del Bagazo en el mes de julio 2024

FECHA	Sac. Ext Bag. Max	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
1-Jul	1.8	1.5372	1.8741	2.2110	0	0	0.127	0.414
2-Jul	1.98	1.5372	1.8741	2.2110	0.18	0	0.127	0.414
3-Jul	2.06	1.5372	1.8741	2.2110	0.08	0	0.127	0.414
4-Jul	1.92	1.5372	1.8741	2.2110	0.14	0	0.127	0.414
5-Jul	1.69	1.5372	1.8741	2.2110	0.23	0	0.127	0.414
7-Jul	1.9	1.5372	1.8741	2.2110	0.21	0	0.127	0.414
8-Jul	1.81	1.5372	1.8741	2.2110	0.09	0	0.127	0.414
10-Jul	1.97	1.5372	1.8741	2.2110	0.16	0	0.127	0.414
11-Jul	1.69	1.5372	1.8741	2.2110	0.28	0	0.127	0.414
12-Jul	1.88	1.5372	1.8741	2.2110	0.19	0	0.127	0.414
14-Jul	1.96	1.5372	1.8741	2.2110	0.08	0	0.127	0.414
15-Jul	1.78	1.5372	1.8741	2.2110	0.18	0	0.127	0.414
16-Jul	1.80	1.5372	1.8741	2.2110	0.02	0	0.127	0.414
17-Jul	1.85	1.5372	1.8741	2.2110	0.05	0	0.127	0.414
18-Jul	1.91	1.5372	1.8741	2.2110	0.06	0	0.127	0.414
19-Jul	1.75	1.5372	1.8741	2.2110	0.16	0	0.127	0.414
21-Jul	1.85	1.5372	1.8741	2.2110	0.1	0	0.127	0.414
22-Jul	1.77	1.5372	1.8741	2.2110	0.08	0	0.127	0.414
23-Jul	1.82	1.5372	1.8741	2.2110	0.05	0	0.127	0.414
24-Jul	2.00	1.5372	1.8741	2.2110	0.18	0	0.127	0.414
25-Jul	2.06	1.5372	1.8741	2.2110	0.06	0	0.127	0.414
26-Jul	1.98	1.5372	1.8741	2.2110	0.08	0	0.127	0.414
Promedio	1.8741			Promedio	0.127			
Suma	41.23			Suma	2.66			
desv	0.10914			Des RM	0.1123			

Nota: Elaboración Propia

Tabla 22

Prueba de normalidad

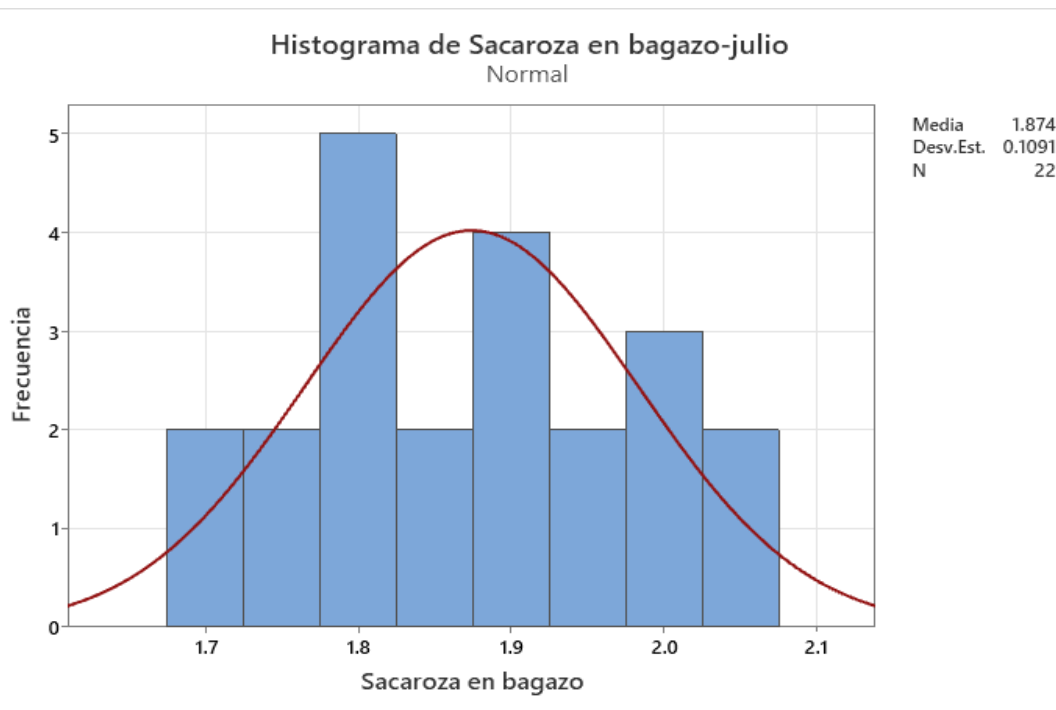
	Shapiro – Wilk		
	Estadistico	GL	Significancia
Sac en bagazo	0.956	22	0.421

Nota: Elaboración Propia

Del análisis se encontró que los datos cumplen con una distribución normal

Figura 21

Histograma de los datos de contenido de sacarosa – mes de julio



Nota: Elaboración Propia

CÁLCULO DE LOS LÍMITES DE CONTROL

Para la Media

$$\bar{\bar{X}} = 1.8741 \quad d_2 = 1.128, \quad \bar{R} = 0.127 \quad \sigma = \frac{\bar{R}}{d_2} = 0.1123$$

DETERMINACION DE LOS LIMITES DE CONTROL

$$LC = \text{limite Central} = 1.8741$$

$$LCS = \bar{X} + 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.8741 + 3 * \left(\frac{0.127}{1.128}\right) = 2.2110$$

$$LCI = \bar{X} - 3 * \left(\frac{\bar{R}}{d_2}\right) \quad LCS = 1.8741 - 3 * \left(\frac{0.127}{1.128}\right) = 1.5372$$

CÁLCULO DE LIMITES DE COTROL PARA GRAFICO IMR

Límites de control para el grafico de rangos móviles (MR)

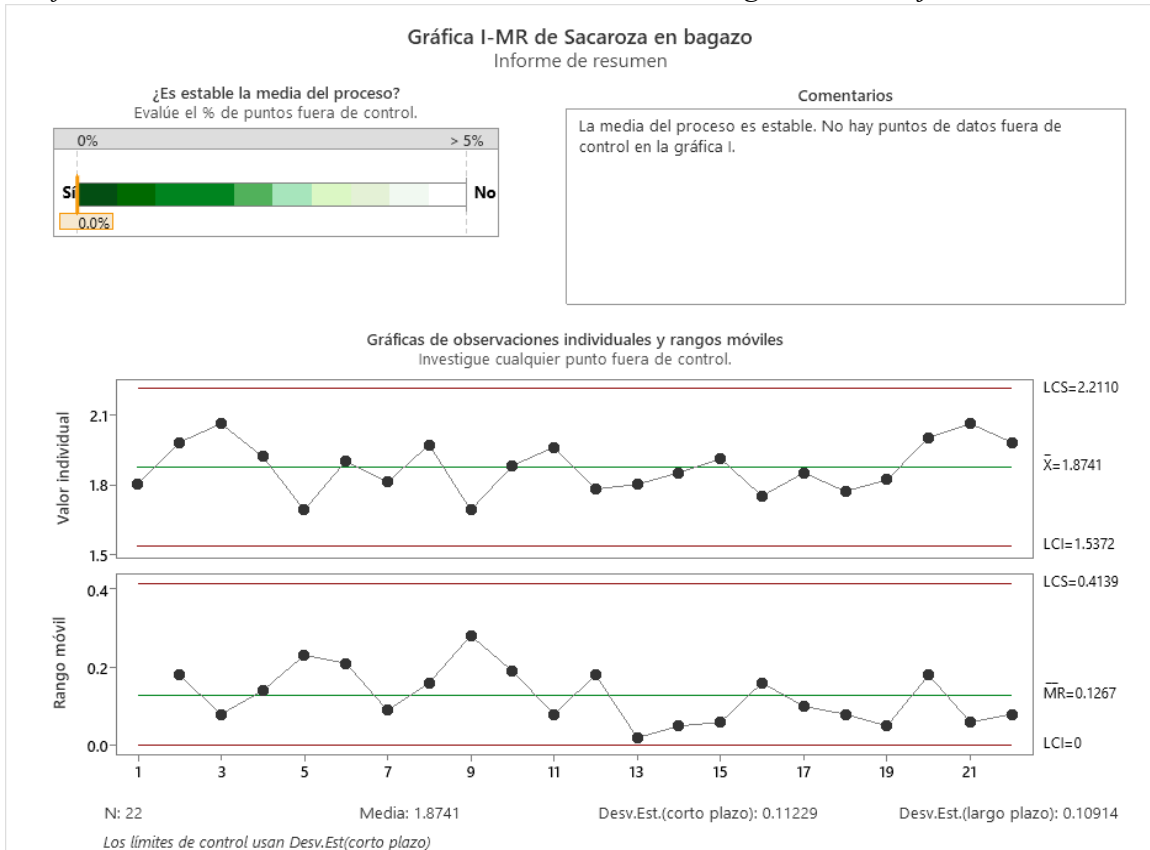
Límite central: $\bar{R} = 0.127$

Límite de control superior: $LCS_{MR}: D_4 \bar{R} = 3.268 \times 0.127 = 0.414$

Límite de control inferior: $LCL_{MR}: D_3 \times \bar{R} = 0 \times 0.127 = 0$

Figura 22

Gráfico de Control, cantidad de Sacarosa extraída del bagazo, Mes de julio 2024



Nota: elaboración Propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

USL = 1.8741 LES = 2.20 y $\sigma_{LP} = 0.10914$

Cálculo de la capacidad del proceso (cp)

$$Ppk = \frac{LES - USL}{3 \cdot \sigma} \quad Ppk = \frac{2.20 - 1.8741}{3 \cdot 0.10914} = 0.99$$

$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

1 < Ppk < 1.33 Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (proceso incapaz)

De la Figura 22 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM), se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Así mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) se dice que el proceso es **marginalmente capaz**, porque el resultado de 0.99 aproximado a 1.00 está casi cerca al estandar de clase mundial (1.33).

Tabla 23

Análisis Estadístico del Parámetro Sacarosa extraída del Bagazo (julio 2024)

N Validos		22
Perdidos		0
Media		1,8741
Error estándar de la media		0,0233
Mediana		1,8650
Moda		1,865
Desviación estandar		1.85
Varianza		0,1091
Asimetría		0.05
Error estándar de asimetría		0,011
Curtosis		-0,87
Error estándar de curtosis		0.134
Rango		0.37
Mínimo		1.69
Máximo		2.06
Percentiles	25	1.7950
	50	1,8650
	75	1.9725

Nota: Valores Estadísticos de la cantidad de sacarosa en el bagazo

En la tabla 16 observamos el rango que se extrae de sacarosa durante el proceso de la masa está en 0.20, que presentan un valor Máximo de 1.80 y un mínimo de 1.60 que fluctúan en las muestras analizadas, con una media de 1,7319, una mediana de 1,74 y una moda de 1,75 en los registros muestrales. Con un intervalo de confianza del 95%.

SACAROSA EN MASAS Y MIELES

Cantidad de Sacarosa extraída de Masa y Mieles en el mes de enero 2024

Tabla 24

Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de enero 2024

FECHA	Sac. Ext mas. y miel	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
8-Ene	33.38	29.4077	32.9033	36.3989	0	0	1.314	4.294
9-Ene	35.12	29.4077	32.9033	36.3989	1.74	0	1.314	4.294
10-Ene	34.45	29.4077	32.9033	36.3989	0.67	0	1.314	4.294
11-Ene	33.59	29.4077	32.9033	36.3989	0.86	0	1.314	4.294
12-Ene	33.74	29.4077	32.9033	36.3989	0.15	0	1.314	4.294
13-Ene	32.4	29.4077	32.9033	36.3989	1.34	0	1.314	4.294
14-Ene	32.8	29.4077	32.9033	36.3989	0.4	0	1.314	4.294
15-Ene	32.08	29.4077	32.9033	36.3989	0.72	0	1.314	4.294
16-Ene	32.34	29.4077	32.9033	36.3989	0.26	0	1.314	4.294
17-Ene	33.13	29.4077	32.9033	36.3989	0.79	0	1.314	4.294
18-Ene	31.58	29.4077	32.9033	36.3989	1.55	0	1.314	4.294
19-Ene	32.6	29.4077	32.9033	36.3989	1.02	0	1.314	4.294
20-Ene	33.84	29.4077	32.9033	36.3989	1.24	0	1.314	4.294
21-Ene	32.27	29.4077	32.9033	36.3989	1.57	0	1.314	4.294
22-Ene	31.77	29.4077	32.9033	36.3989	0.5	0	1.314	4.294
23-Ene	30.87	29.4077	32.9033	36.3989	0.9	0	1.314	4.294
24-Ene	33.45	29.4077	32.9033	36.3989	2.58	0	1.314	4.294
25-Ene	31.15	29.4077	32.9033	36.3989	2.3	0	1.314	4.294
26-Ene	33.53	29.4077	32.9033	36.3989	2.38	0	1.314	4.294
27-Ene	31.2	29.4077	32.9033	36.3989	2.33	0	1.314	4.294
28-Ene	35.2	29.4077	32.9033	36.3989	4	0	1.314	4.294
29-Ene	34	29.4077	32.9033	36.3989	1.2	0	1.314	4.294
30-Ene	32.92	29.4077	32.9033	36.3989	1.08	0	1.314	4.294
31-Ene	32.27	29.4077	32.9033	36.3989	0.65	0	1.314	4.294
Promedio	32.9033			Promedio	1.314			
Suma	789.68			Suma	30.23			
desv	1.1814			Des RM	1.1652			

Nota: Elaboración Propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$USL = 32.903 \quad LES = 30.00 \quad \text{y} \quad \sigma_{LP} = 1.1814$$

Cálculo de la capacidad de desempeño del proceso (Ppk)

$$Ppk = \frac{LES - USL}{3 * \sigma} \quad Ppk = \frac{32.903 - 30}{3 * 1.1814} = 0.82$$

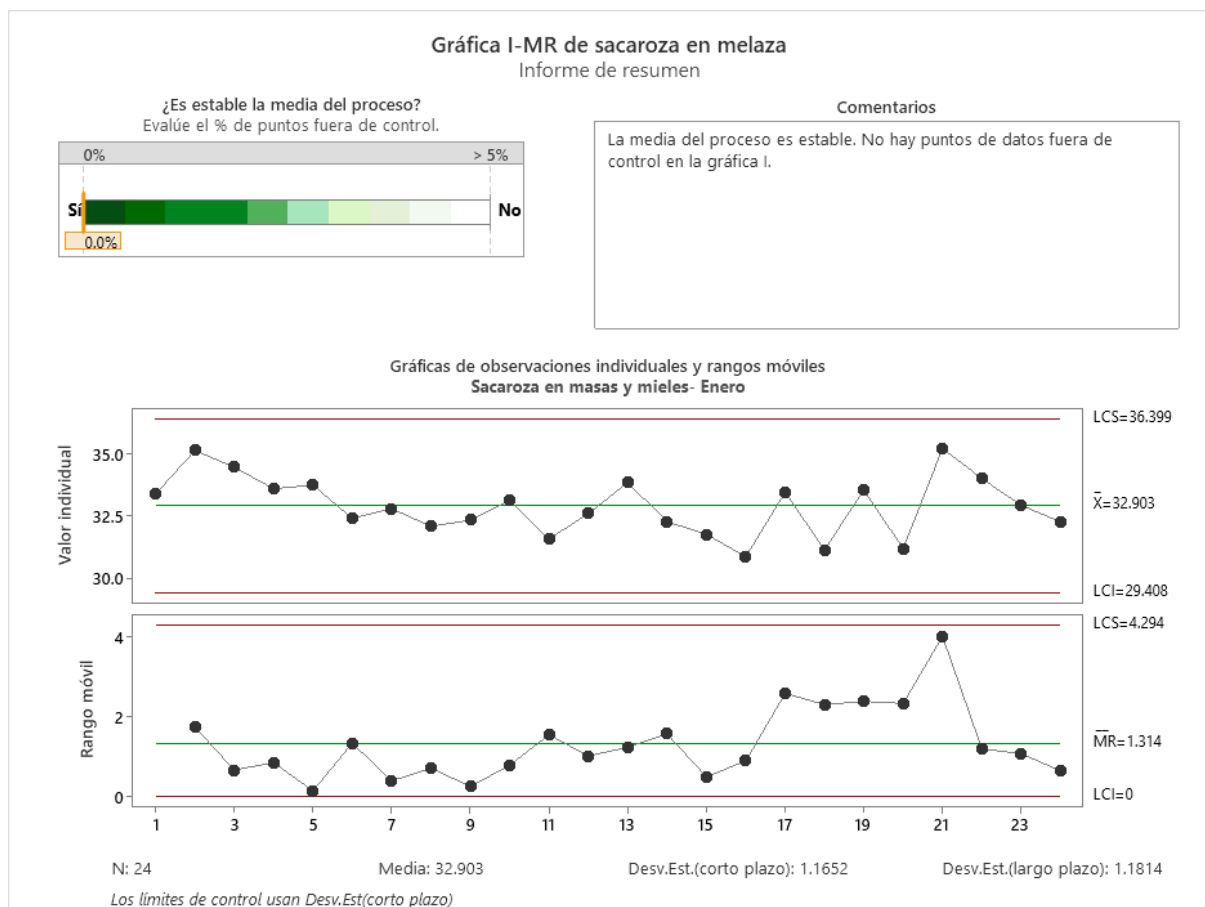
$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (proceso incapaz)

Figura 23

Sacarosa en masas y mieles enero 2024



Nota: Elaboración Propia

De la Figura 23 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Así mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) igual a 0.87 se dice que el proceso es incapaz ya que está por debajo del estándar de clase mundial (1.33)

Cantidad de Sacarosa extraída de Masa y Miel en el mes de febrero 2024

Tabla 25

Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de febrero 2024

FECHA	Sac. Ext mas. y miel	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
2-Feb	31.6	28.7579	32.1452	35.5325	0	0	1.274	4.161
4-Feb	32.45	28.7579	32.1452	35.5325	0.85	0	1.274	4.161
5-Feb	30.87	28.7579	32.1452	35.5325	1.58	0	1.274	4.161
6-Feb	29.27	28.7579	32.1452	35.5325	1.6	0	1.274	4.161
7-Feb	31.15	28.7579	32.1452	35.5325	1.88	0	1.274	4.161
8-Feb	33.53	28.7579	32.1452	35.5325	2.38	0	1.274	4.161
9-Feb	31.2	28.7579	32.1452	35.5325	2.33	0	1.274	4.161
11-Feb	33.35	28.7579	32.1452	35.5325	2.15	0	1.274	4.161
12-Feb	32.94	28.7579	32.1452	35.5325	0.41	0	1.274	4.161
13-Feb	32.92	28.7579	32.1452	35.5325	0.02	0	1.274	4.161
14-Feb	32.27	28.7579	32.1452	35.5325	0.65	0	1.274	4.161
15-Feb	31.4	28.7579	32.1452	35.5325	0.87	0	1.274	4.161
16-Feb	33.2	28.7579	32.1452	35.5325	1.8	0	1.274	4.161
18-Feb	30.28	28.7579	32.1452	35.5325	2.92	0	1.274	4.161
19-Feb	33.14	28.7579	32.1452	35.5325	2.86	0	1.274	4.161
20-Feb	32.4	28.7579	32.1452	35.5325	0.74	0	1.274	4.161
21-Feb	32.8	28.7579	32.1452	35.5325	0.4	0	1.274	4.161
22-Feb	32.08	28.7579	32.1452	35.5325	0.72	0	1.274	4.161
23-Feb	32.34	28.7579	32.1452	35.5325	0.26	0	1.274	4.161
25-Feb	33.13	28.7579	32.1452	35.5325	0.79	0	1.274	4.161
26-Feb	31.58	28.7579	32.1452	35.5325	1.55	0	1.274	4.161
27-Feb	32.6	28.7579	32.1452	35.5325	1.02	0	1.274	4.161
28-Feb	32.84	28.7579	32.1452	35.5325	0.24	0	1.274	4.161
Promedio	32.1452			Promedio	1.274			
Suma	739.34			Suma	28.02			
Desv	1.0752			Des RM	1.1291			

Nota: elaboración propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$USL = 32.1452 \quad LES = 30.00 \quad y \quad \sigma_{LP} = 1.0752$$

Cálculo de la capacidad de desempeño del proceso (Ppk)

$$Ppk = \frac{LES - USL}{3 * \sigma} \quad Ppk = \frac{32.1452 - 30}{3 * 1.0752} = 0.67$$

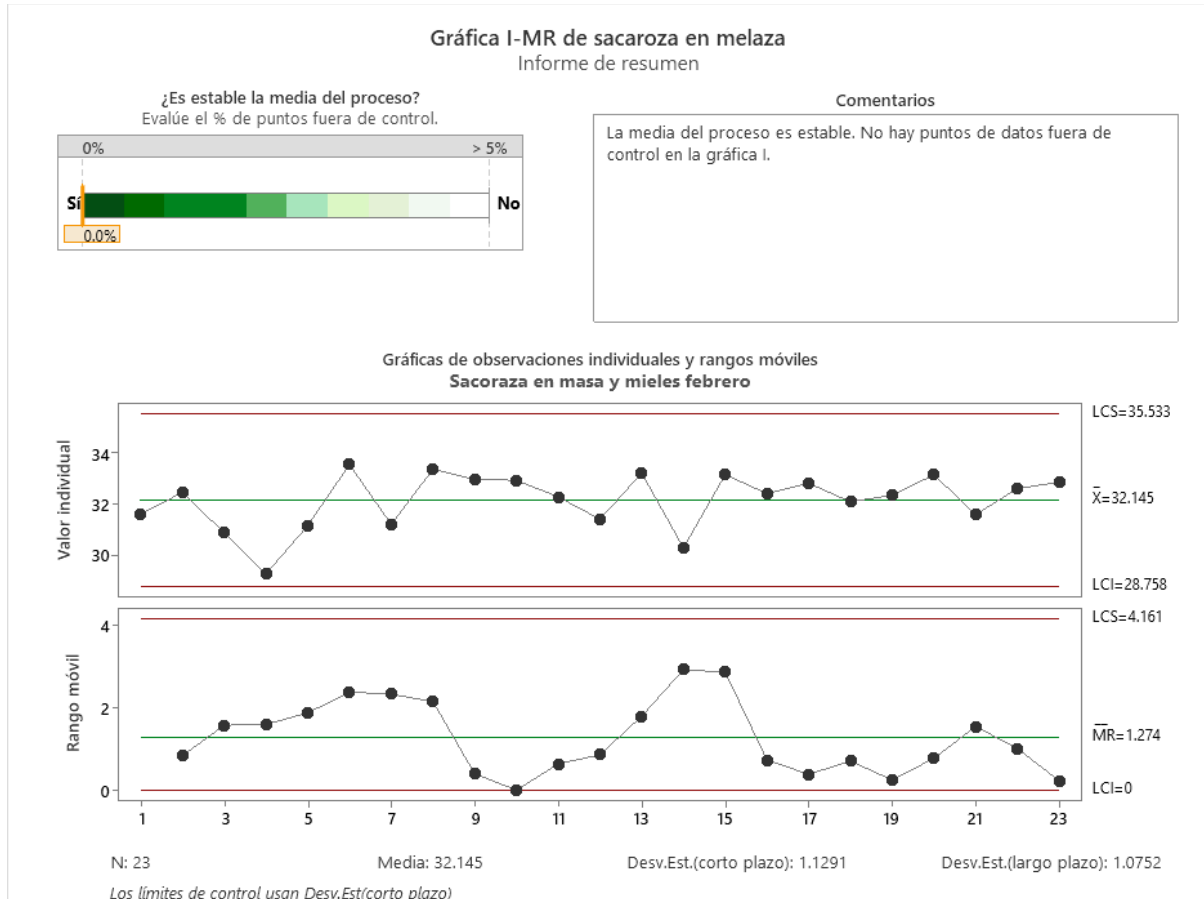
$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (proceso incapaz)

Figura 24

Cantidad de sacarosa en masas y mieles febrero 2024



Nota: elaboración propia

De la Figura 24 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Así mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) igual a 0.67 se dice que el proceso es incapaz ya que está por debajo del estándar de clase mundial (1.33)

Cantidad de Sacarosa extraída de Masa y Miel en el mes de marzo 2024

Tabla 26

Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de marzo 2024

FECHA	Sac. Ext mas. y miel	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
4-Mar	32.53	29.9955	32.3754	34.7552	0	0	0.895	2.923
5-Mar	31.2	29.9955	32.3754	34.7552	1.33	0	0.895	2.923
6-Mar	31.26	29.9955	32.3754	34.7552	0.06	0	0.895	2.923
7-Mar	34	29.9955	32.3754	34.7552	2.74	0	0.895	2.923
8-Mar	32.92	29.9955	32.3754	34.7552	1.08	0	0.895	2.923
9-Mar	31.58	29.9955	32.3754	34.7552	1.34	0	0.895	2.923
10-Mar	32.5	29.9955	32.3754	34.7552	0.92	0	0.895	2.923
11-Mar	32.85	29.9955	32.3754	34.7552	0.35	0	0.895	2.923
12-Mar	33.12	29.9955	32.3754	34.7552	0.27	0	0.895	2.923
13-Mar	32.59	29.9955	32.3754	34.7552	0.53	0	0.895	2.923
14-Mar	33.74	29.9955	32.3754	34.7552	1.15	0	0.895	2.923
15-Mar	32.4	29.9955	32.3754	34.7552	1.34	0	0.895	2.923
16-Mar	32.8	29.9955	32.3754	34.7552	0.4	0	0.895	2.923
17-Mar	32.08	29.9955	32.3754	34.7552	0.72	0	0.895	2.923
18-Mar	32.34	29.9955	32.3754	34.7552	0.26	0	0.895	2.923
19-Mar	33.13	29.9955	32.3754	34.7552	0.79	0	0.895	2.923
20-Mar	31.58	29.9955	32.3754	34.7552	1.55	0	0.895	2.923
21-Mar	32.6	29.9955	32.3754	34.7552	1.02	0	0.895	2.923
22-Mar	33.84	29.9955	32.3754	34.7552	1.24	0	0.895	2.923
23-Mar	32.8	29.9955	32.3754	34.7552	1.04	0	0.895	2.923
24-Mar	31.58	29.9955	32.3754	34.7552	1.22	0	0.895	2.923
25-Mar	32.6	29.9955	32.3754	34.7552	1.02	0	0.895	2.923
26-Mar	33.14	29.9955	32.3754	34.7552	1.00	0	0.895	2.923
27-Mar	32.27	29.9955	32.3754	34.7552	0.87	0	0.895	2.923
28-Mar	31.77	29.9955	32.3754	34.7552	0.5	0	0.895	2.923
29-Mar	30.87	29.9955	32.3754	34.7552	0.9	0	0.895	2.923
30-Mar	31.27	29.9955	32.3754	34.7552	0.4	0	0.895	2.923
31-Mar	31.15	29.9955	32.3754	34.7552	0.12	0	0.895	2.923
Promedio	32.3754			Promedio	0.895			
Suma	906.51			Suma	24.16			
Desv	0.8477			Des RM	0.7933			

Nota: elaboración propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$USL = 32.3754 \quad LES = 30.00 \quad \text{y} \quad \sigma_{LP} = 0.8477$$

Cálculo de la capacidad de desempeño del proceso (Ppk)

$$Ppk = \frac{LES - USL}{3 * \sigma} \quad Ppk = \frac{32.3754 - 30}{3 * 0.84774} = 0.93$$

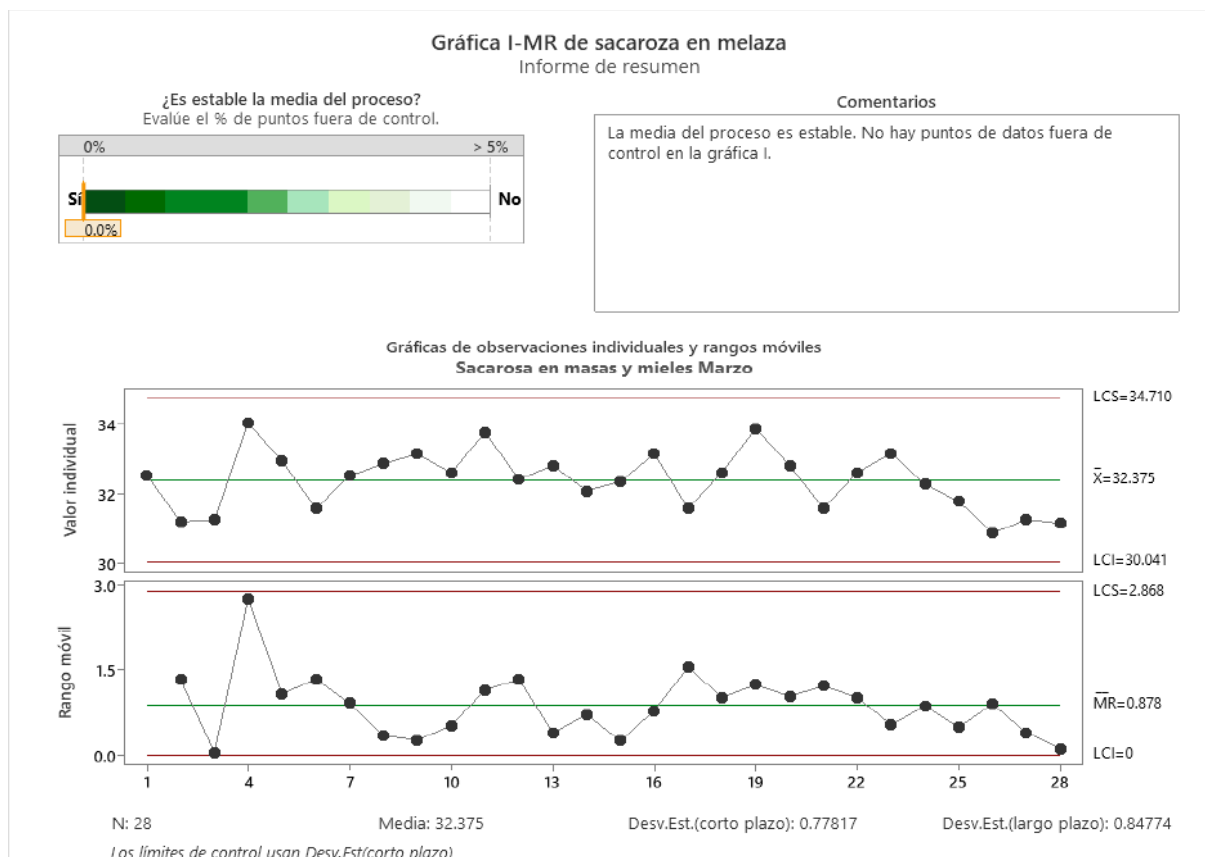
$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

0.67 < Ppk < 1 No es adecuado para cumplir con el límite (proceso incapaz)

Figura 25

Cantidad de sacarosa en masas y mieles Marzo 2024



Nota: elaboración propia

De la Figura 25 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Así mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) igual a 0.93 se dice que el proceso es incapaz ya que está por debajo del estandar de clase mundial (1.33)

Cantidad de Sacarosa extraída de Masa y Mieles en el mes de abril 2024

Tabla 27

Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de abril 2024

FECHA	Sac. Ext mas. y miel	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
1-Abr	33.53	28.9792	32.5292	36.0791	0	0	1.335	4.361
2-Abr	31.2	28.9792	32.5292	36.0791	2.33	0	1.335	4.361
3-Abr	35.2	28.9792	32.5292	36.0791	4	0	1.335	4.361
4-Abr	34	28.9792	32.5292	36.0791	1.2	0	1.335	4.361
5-Abr	32.92	28.9792	32.5292	36.0791	1.08	0	1.335	4.361
7-Abr	32.27	28.9792	32.5292	36.0791	0.65	0	1.335	4.361
8-Abr	30.15	28.9792	32.5292	36.0791	2.12	0	1.335	4.361
9-Abr	32.5	28.9792	32.5292	36.0791	2.35	0	1.335	4.361
10-Abr	33.4	28.9792	32.5292	36.0791	0.9	0	1.335	4.361
11-Abr	32.59	28.9792	32.5292	36.0791	0.81	0	1.335	4.361
12-Abr	33.74	28.9792	32.5292	36.0791	1.15	0	1.335	4.361
14-Abr	32.4	28.9792	32.5292	36.0791	1.34	0	1.335	4.361
15-Abr	32.8	28.9792	32.5292	36.0791	0.4	0	1.335	4.361
16-Abr	32.08	28.9792	32.5292	36.0791	0.72	0	1.335	4.361
17-Abr	32.34	28.9792	32.5292	36.0791	0.26	0	1.335	4.361
18-Abr	33.13	28.9792	32.5292	36.0791	0.79	0	1.335	4.361
19-Abr	31.77	28.9792	32.5292	36.0791	1.36	0	1.335	4.361
21-Abr	34.2	28.9792	32.5292	36.0791	2.43	0	1.335	4.361
22-Abr	34	28.9792	32.5292	36.0791	0.2	0	1.335	4.361
23-Abr	32.92	28.9792	32.5292	36.0791	1.08	0	1.335	4.361
24-Abr	32.27	28.9792	32.5292	36.0791	0.65	0	1.335	4.361
25-Abr	30.87	28.9792	32.5292	36.0791	1.40	0	1.335	4.361
26-Abr	29.27	28.9792	32.5292	36.0791	1.60	0	1.335	4.361
28-Abr	31.15	28.9792	32.5292	36.0791	1.88	0	1.335	4.361
Promedio	32.5292			Promedio	1.335			
Suma	780.7			Suma	30.7			
Desv	1.3496			Des RM	1.1833			

Nota: elaboración propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$USL = 32.5292 \quad LES = 30.00 \quad y \quad \sigma_{LP} = 1.3496$$

Cálculo de la capacidad de desempeño del proceso (Ppk)

$$Ppk = \frac{LES - USL}{3 * \sigma} \quad Ppk = \frac{32.5292 - 30}{3 * 1.3496} = 0.62$$

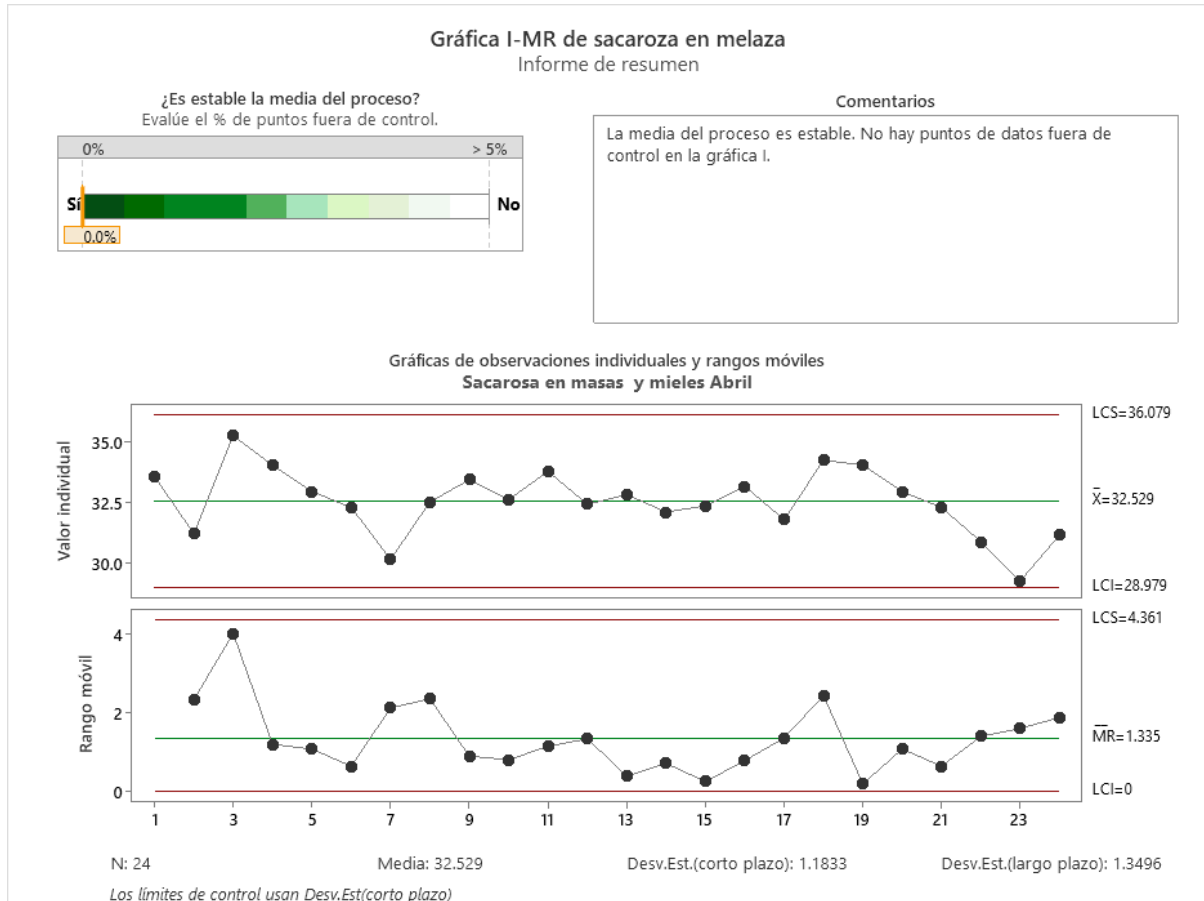
$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (proceso incapaz)

Figura 26

Cantidad de sacarosa en masas y mieles Abril 2024



Nota: elaboración propia

De la Figura 26 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Así mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) igual a 0.62 se dice que el proceso es incapaz ya que está por debajo del estándar de clase mundial (1.33)

Cantidad de Sacarosa extraída de Masa y Mielés en el mes de mayo 2024

Tabla 28

Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de mayo 2024

FECHA	Sac. Ext mas. y miel	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
3-May	32.08	29.2426	32.5657	35.8889	0	0	1.250	4.082
5-May	32.34	29.2426	32.5657	35.8889	0.26	0	1.250	4.082
6-May	33.13	29.2426	32.5657	35.8889	0.79	0	1.250	4.082
7-May	31.77	29.2426	32.5657	35.8889	1.36	0	1.250	4.082
8-May	31.58	29.2426	32.5657	35.8889	0.19	0	1.250	4.082
9-May	32.6	29.2426	32.5657	35.8889	1.02	0	1.250	4.082
10-May	33.84	29.2426	32.5657	35.8889	1.24	0	1.250	4.082
12-May	32.27	29.2426	32.5657	35.8889	1.57	0	1.250	4.082
13-May	32.92	29.2426	32.5657	35.8889	0.65	0	1.250	4.082
14-May	34	29.2426	32.5657	35.8889	1.08	0	1.250	4.082
15-May	32.92	29.2426	32.5657	35.8889	1.08	0	1.250	4.082
16-May	32.27	29.2426	32.5657	35.8889	0.65	0	1.250	4.082
19-May	32.27	29.2426	32.5657	35.8889	0	0	1.250	4.082
20-May	31.77	29.2426	32.5657	35.8889	0.5	0	1.250	4.082
21-May	30.87	29.2426	32.5657	35.8889	0.9	0	1.250	4.082
23-May	32.97	29.2426	32.5657	35.8889	2.10	0	1.250	4.082
26-May	32.08	29.2426	32.5657	35.8889	0.89	0	1.250	4.082
27-May	33.53	29.2426	32.5657	35.8889	1.45	0	1.250	4.082
28-May	31.2	29.2426	32.5657	35.8889	2.33	0	1.250	4.082
30-May	35.2	29.2426	32.5657	35.8889	4	0	1.250	4.082
31-May	32.27	29.2426	32.5657	35.8889	2.93	0	1.250	4.082
Promedio	32.5657			Promedio	1.250			
Suma	683.88			Suma	24.99			
Desv	1.0034			Des RM	1.1077			

Nota: elaboración propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$USL = 32.5657 \quad LES = 30.00 \quad \text{y} \quad \sigma_{LP} = 1.0034$$

Cálculo de la capacidad de desempeño del proceso (Ppk)

$$Ppk = \frac{LES - USL}{3 * \sigma} \quad Ppk = \frac{32.5657 - 30}{3 * 1.0034} = 0.85$$

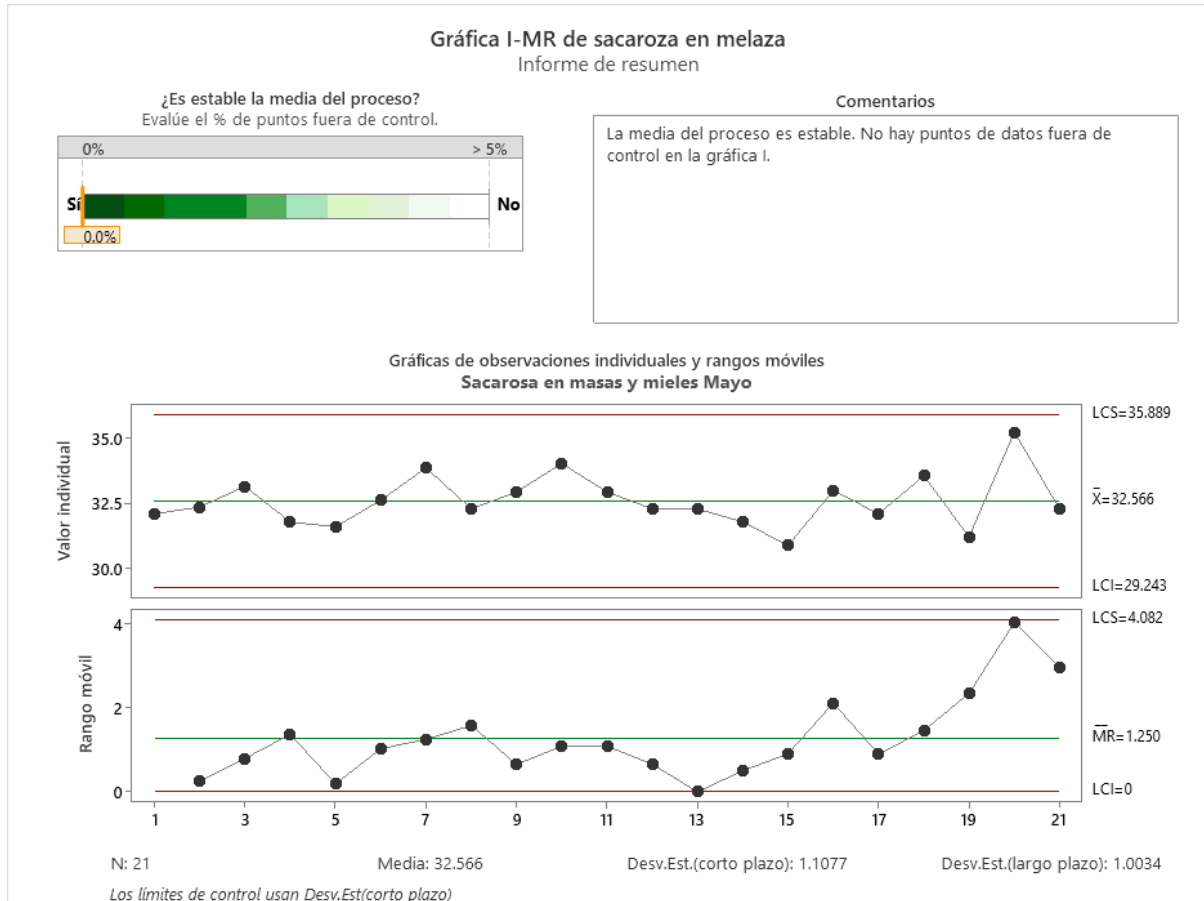
$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (proceso incapaz)

Figura 27

Cantidad de sacarosa en masas y mieles Mayo 2024



Nota: elaboración propia

De la Figura 27 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Así mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) igual a 0.85 se dice que el proceso es incapaz ya que está por debajo del estándar de clase mundial (1.33)

Cantidad de Sacarosa extraída de Masa y Mieles en el mes de junio 2024

Tabla 29

Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de junio 2024

FECHA	Sac. Ext mas. y miel	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
3-Jun	32.34	28.9970	32.1619	35.3268	0	0	1.190	3.888
4-Jun	32.4	28.9970	32.1619	35.3268	0.06	0	1.190	3.888
5-Jun	32.8	28.9970	32.1619	35.3268	0.4	0	1.190	3.888
6-Jun	32.08	28.9970	32.1619	35.3268	0.72	0	1.190	3.888
7-Jun	32.34	28.9970	32.1619	35.3268	0.26	0	1.190	3.888
9-Jun	29.27	28.9970	32.1619	35.3268	3.07	0	1.190	3.888
10-Jun	32.27	28.9970	32.1619	35.3268	3	0	1.190	3.888
11-Jun	33.2	28.9970	32.1619	35.3268	0.93	0	1.190	3.888
12-Jun	33.53	28.9970	32.1619	35.3268	0.33	0	1.190	3.888
13-Jun	31.2	28.9970	32.1619	35.3268	2.33	0	1.190	3.888
16-Jun	32.08	28.9970	32.1619	35.3268	0.88	0	1.190	3.888
17-Jun	32.34	28.9970	32.1619	35.3268	0.26	0	1.190	3.888
18-Jun	33.13	28.9970	32.1619	35.3268	0.79	0	1.190	3.888
19-Jun	32.27	28.9970	32.1619	35.3268	0.86	0	1.190	3.888
20-Jun	29.27	28.9970	32.1619	35.3268	3	0	1.190	3.888
21-Jun	31.15	28.9970	32.1619	35.3268	1.88	0	1.190	3.888
25-Jun	31.29	28.9970	32.1619	35.3268	0.14	0	1.190	3.888
26-Jun	33.74	28.9970	32.1619	35.3268	2.45	0	1.190	3.888
27-Jun	32.4	28.9970	32.1619	35.3268	1.34	0	1.190	3.888
28-Jun	32.8	28.9970	32.1619	35.3268	0.4	0	1.190	3.888
30-Jun	33.5	28.9970	32.1619	35.3268	0.7	0	1.190	3.888
Promedio	32.1619			Promedio	1.190			
Suma	675.4			Suma	23.8			
Desv	1.1971			Des RM	1.0550			

Nota: elaboración propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$USL = 32.1619 \quad LES = 30.00 \quad y \quad \sigma_{LP} = 1.1971$$

Cálculo de la capacidad de desempeño del proceso (Ppk)

$$Ppk = \frac{LES - USL}{3 * \sigma} \quad Ppk = \frac{32.1619 - 30}{3 * 1.1971} = 0.60$$

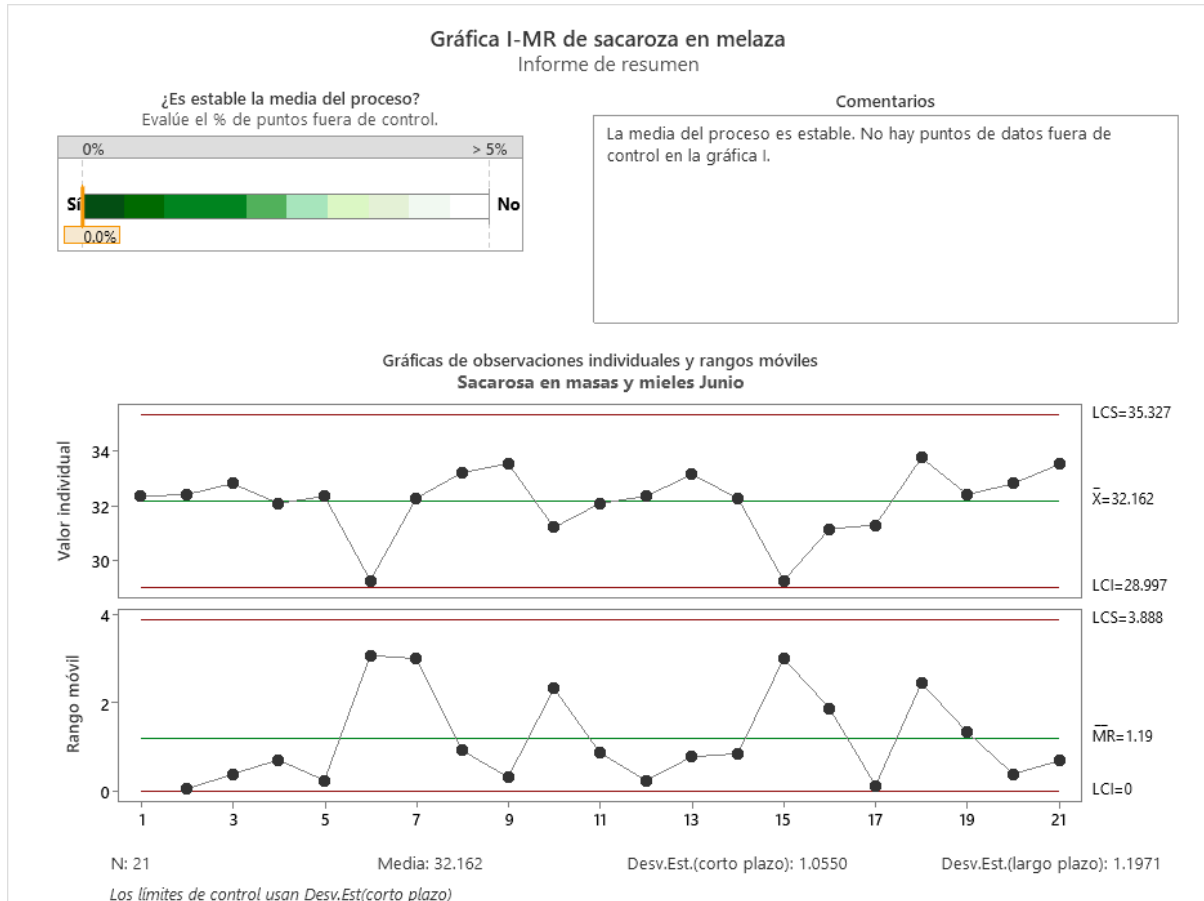
$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (proceso incapaz)

Figura 28

Cantidad de sacarosa en masas y mieles Junio 2024



Nota: elaboración propia

De la Figura 28 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Asi mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) igual a 0.60 se dice que el proceso es incapaz ya que está por debajo del estandar de clase mundial (1.33)

Cantidad de Sacarosa extraída de Masa y Mieles en el mes de julio 2024

Tabla 30

Cantidad de Sacarosa extraída de masa y mieles en el mes de julio 2024

FECHA	Sac. Ext mas. y miel	LCI	LC	LCS	R	LCIR	LCR	LCSR
1-Jul	32.27	28.8375	32.7382	36.6389	0	0	1.467	4.792
2-Jul	33.74	28.8375	32.7382	36.6389	1.47	0	1.467	4.792
3-Jul	31.2	28.8375	32.7382	36.6389	2.54	0	1.467	4.792
4-Jul	30.87	28.8375	32.7382	36.6389	0.33	0	1.467	4.792
5-Jul	29.27	28.8375	32.7382	36.6389	1.6	0	1.467	4.792
7-Jul	32.92	28.8375	32.7382	36.6389	3.65	0	1.467	4.792
8-Jul	32.27	28.8375	32.7382	36.6389	0.65	0	1.467	4.792
10-Jul	33.53	28.8375	32.7382	36.6389	1.26	0	1.467	4.792
11-Jul	35.2	28.8375	32.7382	36.6389	1.67	0	1.467	4.792
12-Jul	34	28.8375	32.7382	36.6389	1.2	0	1.467	4.792
14-Jul	32.6	28.8375	32.7382	36.6389	1.4	0	1.467	4.792
15-Jul	33.84	28.8375	32.7382	36.6389	1.24	0	1.467	4.792
16-Jul	31.15	28.8375	32.7382	36.6389	2.69	0	1.467	4.792
17-Jul	33.74	28.8375	32.7382	36.6389	2.59	0	1.467	4.792
18-Jul	33.5	28.8375	32.7382	36.6389	0.24	0	1.467	4.792
19-Jul	34.62	28.8375	32.7382	36.6389	1.12	0	1.467	4.792
21-Jul	32.8	28.8375	32.7382	36.6389	1.82	0	1.467	4.792
22-Jul	32.08	28.8375	32.7382	36.6389	0.72	0	1.467	4.792
23-Jul	32.34	28.8375	32.7382	36.6389	0.26	0	1.467	4.792
24-Jul	33.13	28.8375	32.7382	36.6389	0.79	0	1.467	4.792
25-Jul	31.58	28.8375	32.7382	36.6389	1.55	0	1.467	4.792
26-Jul	33.59	28.8375	32.7382	36.6389	2.01	0	1.467	4.792
Promedio	32.7382			Promedio	1.467			
Suma	720.24			Suma	30.8			
Desv	1.36863			Des RM	1.3002			

Nota: elaboración propia

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE DESEMPEÑO DEL PROCESO

Límites de especificaciones Inferior y Superior

$$USL = 32.7382 \quad LES = 30.00 \quad y \quad \sigma_{LP} = 1.36863$$

Cálculo de la capacidad de desempeño del proceso (Ppk)

$$Ppk = \frac{LES - USL}{3 * \sigma} \quad Ppk = \frac{32.7382 - 30}{3 * 1.36863} = 0.67$$

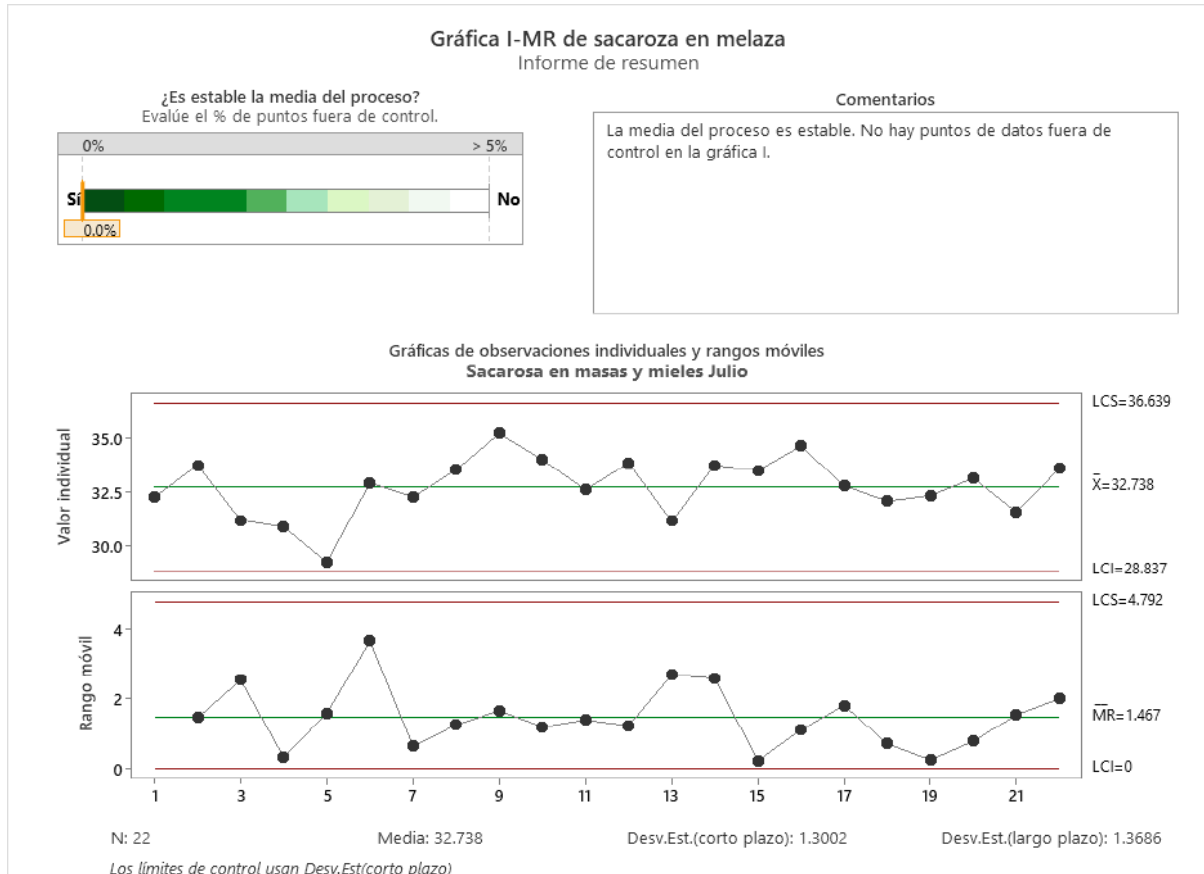
$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (proceso incapaz)

Figura 29

Cantidad de sacarosa en masas y mieles julio 2024



Nota: elaboración propia

De la Figura 29 tanto en el gráfico de control individual como el Rangos móviles (IRM) , se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos. Así mismo con el cálculo del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) igual a 0.67 se dice que el proceso es incapaz ya que está por debajo del estándar de clase mundial (1.33)

POL EN AZUCAR PRODUCTO FINAL

Tabla 31

Resumen comparativo del Control de Procesos de Pol en azúcar del producto final (enero a Julio 2024)

MES	Media	USL	Desviacion Estandar	Estabilidad (control estadístico)	Ppk (capacidad de desempeño)	Conclusión de capacidad
Enero	98.7108	98.5	0.036346	Estable	1.93	El proceso es capaz
Febrero	98.6496	98.5	0.078072	Estable	1.15	El proceso es capaz
Marzo	98.6098	98.5	0.030314	Estable	1.21	El proceso es capaz
Abril	98.615	98.5	0.029192	Estable	1.31	El proceso es capaz
Mayo	98.6195	98.5	0.036260	Estable	1.098	El proceso es capaz
Junio	98.6052	98.5	0.026004	Estable	1.35	El proceso es capaz
Julio	98.6141	98.5	0.021965	Estable	1.73	El proceso es capaz

$Ppk > 1.33$ Mas que adecuado

$1 < Ppk < 1.33$ Adecuado para lo que fue diseñado

$0.67 < Ppk < 1$ No es adecuado para cumplir con el límite (proceso incapaz)

De la Tabla 32 se observa que los valores se encuentran dentro de sus respectivos límites de control lo que indica que **el proceso se encuentra estable** (es decir estan en control estadístico) tanto en la media como en la variabilidad de los datos.

Asi mismo con los valores del Ppk (capacidad de desempeño real del proceso) durante el registro de datos de los meses analizados se ven que todos estan por encima del estandar de clase mundial de 1.33. lo que indica que el proceso en la producción final es capaz

CAPITULO V: DISCUSION

5.1 Discusión de Resultados

- Los resultados evidencian que el proceso de extracción de sacarosa se encuentra bajo control estadístico, lo cual coincide con lo señalado por **Ochoa (2020)**, quien sostiene que las cartas de control permiten garantizar la estabilidad operativa. Sin embargo, los valores de Ppk inferiores a 1.33 confirman que el proceso es **estructuralmente incapaz**, situación también descrita por **Soto (2018)**, quien indica que la estabilidad sin capacidad requiere rediseño del sistema productivo.
- La variabilidad observada en masas y melazas confirma que esta etapa representa una fuente importante de pérdidas de sacarosa, tal como lo señalan **Burga (2022)** y **Huamán & Chancayauri (2019)**, quienes identifican que los procesos intermedios suelen concentrar la mayor dispersión cuando no existe un control estadístico sistemático.
- El elevado Pol en azúcar demuestra que el proceso de concentración cumple con los estándares de calidad, lo que concuerda con **León (2017)**, quien afirma que un proceso final estable suele ocultar ineficiencias acumuladas en etapas previas. En este sentido, la calidad del producto final no refleja necesariamente la eficiencia global del sistema.
- En conjunto, los resultados confirman que el análisis estadístico no solo permite diagnosticar la estabilidad del proceso sino también identificar con precisión donde se originan las pérdidas reales de calidad, validando su utilidad como herramienta estratégica para la mejora continua en la industria azucarera.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones:

Tras el análisis estadístico de la investigación que se efectuó en la empresa Agroindustrial Andahuasi, cuyos datos se recolectaron registros obtenidos diariamente desde el 08 de enero hasta el 26 de julio del 2024, de tres áreas específicas de la producción de azúcar. Se deduce que los resultados esta bajo control estadístico presentando únicamente causas comunes de variaciones en el proceso productivo de la azúcar rubia.

Los datos estadísticos obtenidos durante el periodo de 7 meses consecutivos, demuestran que con la aplicación de Gráficos de control (IRM) y los cálculos de la capacidad del desempeño (Ppk) se ha logrado una comprensión profunda de la variabilidad y el desempeño del proceso productivo, que si bien a pesar de la estabilidad observada, los índices de capacidad (Ppk <1.33) demuestran que el proceso de extracción es no capaz de cumplir consistentemente con el límite máximo de sacarosa en bagazo, evidenciando una ineficiencia estructural del sistema..

En la etapa de masas y mieles se identificó una variabilidad significativa que contribuye a pérdidas de sacarosa, afectando al rendimiento global del proceso productivo.

El Pol en azúcar del producto final presenta valores elevados y estables, confirmando que la calidad final del azúcar es adecuada y que las principales oportunidades de mejora se concentran en las etapas previas del proceso.

Actualmente, se evidencia una pérdida en la capacidad endulzante del azúcar. La

manipulación y el transporte de la caña son cruciales, desde su punto de origen hasta la fábrica y el pesaje. De existir un manejo inadecuado puede reducir la calidad y competitividad del producto.

6.2 Recomendaciones:

1.- Realizar una evaluación de ingeniería de los equipos de extracción (molinos y/o difusores) con el objetivo de reducir la variabilidad estructural del proceso y aumentar el índice de capacidad a valores $Ppk \geq 1.33$.

2.- Implementar un sistema formal y permanente de Control Estadístico de Procesos, que incluya gráficos de control diarios para sacarosa en bagazo, masas y mieles, así como reportes mensuales de capacidad del proceso.

3.- Desarrollar un programa de capacitación técnica en CEP dirigido al personal operativo, supervisores y jefaturas, enfocado en la interpretación de gráficos de control y en la toma de decisiones basada en datos estadísticos.

4.- Utilizar los resultados del análisis estadístico como criterio técnico para justificar inversiones en modernización tecnológica, orientadas a la reducción de pérdidas de sacarosa y mejora del rendimiento industrial.

CAPITULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

7.1 Referencias Bibliograficas

Cabrera, S. & Pillaca, R. (2019). Diseño de un Sistema de Gestión de la Calidad para Mejora la productividad en la Empresa Agropucala S.A.A., Chiclayo -Perú Universidad de San Martin de Porres.

Córdova (2017). Modelo de mejora continua para el proceso de molienda en el. Ingenio Azucarero Monterrey “MALCA” Universidad del Azuay Ciencia y Tecnología. - Ecuador

Pardo, F. (2019) Aplicación del control estadístico de procesos para la mejora en el desempeño de las tres líneas de producción en una industria química. Universidad Libre, Facultad de Ingeniería. Bogotá, Colombia

León; K. (2017). Control estadístico de procesos para mejorar la calidad en la línea de polos industriales, Área de producción. Empresa Nono Fashion SAC Lima, 2017. Universidad Cesar Vallejo – Facultad de ingeniería, Perú.

Cruzado, L. (2014). Control estadístico de calidad multivariado de la melaza de caa de azúcar, con respecto al brix y pureza del primer jugo en la empresa agroindustrial Laredo S.A.A.; agosto 2013. Universidad Nacional de Trujillo- Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Delgado, C. (2015). *Gestión de procesos para mejorar la productividad del proceso de fabricación de Azúcar en la Empresa Agropucala S.A.A.*; 2015 Universidad Señor de Sipán – Facultad de ingeniería, Arquitectura y Urbanismo

- Basualdo & Flores (2018). Análisis Estadístico para mejorar la Calidad en el Área de producción de la Azúcar Rubia en la Empresa Agroindustria San Jacinto S.A. Chimbote- 2021.Universidad Cesar Vallejo- Facultad de Ingeniería y arquitectura. Chimbote- Perú.
- Cabrera, et al. (2015). Integración de métodos estadísticos y económicos para la gestión en el proceso industrial cubano del azúcar de caña. Caso de Estudio. Revista Técnica de la Facultad de ingeniería – Universidad del Zulia, Maracaibo- Venezuela – 2015
- Ochoa, J (2020). Control Estadístico de proceso como Herramienta para el aseguramiento de calidad en la Industria de Alimentos. Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Bocado, A. (2019). Propuesta de un control estadístico de procesos para disminuir la variabilidad de la formula láctea Nido 1+. Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Veracruz- Región de Xalapa – 2019.
- Burga, J. (2022). Control estadístico de procesos de pilado de Arroz en la Empresa Costeño Alimentos S.A.C.,2022. Facultad de ingeniería de industrias alimentarias y Biotecnología. Universidad Nacional de Frontera. Sullana – Peru -2023
- Prats, J. (2005). *Control Estadístico de Procesos mediante análisis multivariante de imágenes.*
- Sacoto, M., & Esquivel, K. (2008). *Aplicación de un sistema de Control Estadístico de Procesos en las áreas de producción de cemento en compañía industrias Guapan S.A.* Obtenido de <http://dSPACE.ups.edu>.

Sánchez, Á. (Agosto de 2011). *La producción agraria y la biodiversidad los procesos de producción en el area de acabado sección esmaltada*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu>.

Tristán, R. (2005). *Análisis de la productividad del departamento de mantenimiento de plantas de petroquímica tula, S.A de C.V.*

Vaca, C. (2009). *La administración pro procesos en la productividad de las empresas*.

Valencia, P. (2010). *Desarrollo de una interfaz para el control estadístico de proceso utilizando herramientas de Matlab*.

Veles, E. (2009). *Control estadístico de los indicadores de calidad de calzado de en la normativa agraria de la comunidad autónoma de la roja*. Obtenido de <http://www.unirioja.es>

Torres, H (2009), *Aplicación CEP control estadístico de procesos para mejorar plástico*

ANEXOS

Tabla XXXX

Información de la Calidad de azúcar en la Empresa Agroindustrial Andahuasi S.A – Distrito de Sayán (08 de enero al 26 de Julio del 2024)

FECHA	EXTRACCION										JUGOS Y JARABES MASAS Y MIELES					AZUCAR				
	FLUJO DE JUGO		IMBICIÓN		BAGAZO			JUGO RESIDUAL			CACHAZA		MELAZA			COLOR	POL MAX 98.5%	HUM. MAX. 0.25%	insolubles	Pza Max 99.5%
	Ton/h Min. 27	T° Min. 80 °C	Hum. Ext. Bag Max. 50%	Sac. Ext. Bag Max. 2.2%	Brix. Max. 5.53%	Sac. Max. 4.30%	Pza. Ext. Bag. Max. 78%	Sac. Jug. Cach. Max. 1.3%	Hum. Max. 74%	Brix. Max. 88%	Sac. Mela. MAX. 38%	Pza. Max. 45%								
8-Ene	865.320	80.00	46.09	2.20	5.53	4.28	77.40	0.80	71.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	98.75		
9-Ene	840.230	82.00	46.40	2.16	5.07	3.86	76.13	0.80	72.70	89.08	36.50	40.97	2,171.67	98.64	0.15	0.0100	98.77			
10-Ene	1,759.060	84.00	45.95	1.96	3.79	2.91	76.78	0.80	73.43	87.96	38.40	43.66	2,261.56	98.59	0.17	0.0260	98.76			
11-Ene	1,690.290	85.00	45.82	1.91	3.51	2.74	78.06	0.90	73.87	89.88	36.59	40.72	2,315.33	98.60	0.15	0.0050	98.75			
12-Ene	783.840	84.00	43.99	1.75	2.99	2.33	77.93	0.80	73.50	86.17	33.74	39.15	2,229.50	98.62	0.16	0.0097	98.77			
13-Ene	1,631.440	81.00	45.82	2.28	4.43	3.42	77.20	0.89	74.87	86.22	32.40	37.58	2,270.89	98.57	0.16	0.0128	98.78			
14-Ene	1,633.540	81.00	46.36	2.02	3.73	2.87	76.94	0.87	73.13	87.03	32.80	37.69	2,283.13	98.62	0.15	0.0085	98.76			
15-Ene	1,760.520	82.00	46.29	1.94	3.61	2.76	76.45	1.13	74.70	87.65	32.08	36.60	2,292.50	98.60	0.14	0.0116	98.77			
16-Ene	1,762.250	84.00	46.19	1.89	3.57	2.75	77.03	0.83	73.67	86.08	32.34	37.56	2,323.78	98.62	0.16	0.0074	98.79			
17-Ene	1,567.990	85.00	45.96	1.89	3.25	2.50	76.92	0.93	74.20	87.77	33.13	37.74	2,044.89	98.64	0.13	0.0175	98.76			
18-Ene	642.180	82.00	46.41	1.40	2.98	2.29	76.85	1.22	71.90	86.42	31.58	36.54	2,253.60	98.62	0.15	0.0068	98.75			
19-Ene	1,198.930	83.00	45.86	1.61	3.80	2.95	77.63	1.00	73.40	89.20	32.60	36.55	2,195.22	98.64	0.14	0.0064	98.79			
20-Ene	1,735.490	84.00	46.01	1.90	4.04	3.08	76.24	0.93	75.47	87.02	33.84	38.89	2,128.22	98.64	0.13	0.0097	98.77			
21-Ene	1,200.850	82.00	45.99	1.67	3.84	2.93	76.30	0.88	74.00	88.39	32.27	36.51	2,392.67	98.62	0.13	0.0124	98.78			
22-Ene	1,655.630	85.00	45.88	1.68	3.08	2.28	74.03	0.91	72.43	89.15	31.77	35.64	2,164.11	98.62	0.14	0.0094	98.75			

23-Ene	1,490.050	547.60	80.00	45.80	1.67	3.00	2.31	77.00	0.84	74.43	88.53	30.87	34.87	2,189.56	98.65	0.12	0.0079	98.76
24-Ene	1,497.610	638.70	81.00	46.12	1.51	2.81	2.17	77.22	1.20	72.55	87.49	29.27	33.45	2,187.33	98.63	0.14	0.0108	98.76
25-Ene	1,727.920	660.10	84.00	45.92	1.48	2.83	2.19	77.39	1.34	74.40	87.95	31.15	35.42	2,157.75	98.61	0.14	0.0080	98.79
26-Ene	1,544.980	639.00	80.00	45.77	1.44	2.65	2.00	75.47	0.91	75.33	87.04	33.53	38.52	2,135.10	98.60	0.12	0.0089	98.77
27-Ene	72.560	26.90	82.00	46.02	1.19	2.32	1.83	78.88	0.00	0.00	85.68	31.20	36.41	2,328.33	98.60	0.13	0.0122	98.75
28-Ene	1,337.420	571.60	83.00	45.95	2.14	4.22	3.25	77.01	0.80	75.60	88.36	35.20	39.84	2,041.27	98.58	0.16	0.0087	98.78
29-Ene	1,725.190	689.80	84.00	45.91	1.98	3.96	3.02	76.26	0.82	74.33	89.20	34.00	38.12	1,993.22	98.61	0.13	0.0079	98.77
30-Ene	1,471.680	555.00	80.00	45.88	1.88	3.84	2.84	73.96	0.85	71.60	86.71	32.92	37.97	2,283.13	98.59	0.14	0.0072	98.75
31-Ene	823.700	330.00	81.00	45.89	2.02	4.15	3.07	73.98	1.12	73.45	85.51	32.27	37.74	2,136.11	98.63	0.16	0.0092	98.76
1-Feb	1,690.290	709.40	85.00	45.82	1.91	3.51	2.74	78.06	0.90	73.87	89.88	36.59	40.72	2,044.89	98.64	0.15	0.0050	98.75
2-Feb	1,040.320	413.70	81.00	45.09	1.94	3.84	2.93	76.30	0.91	73.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	98.75
3-Feb	980.230	298.00	80.00	46.40	1.89	3.08	2.28	74.03	0.84	75.47	88.39	30.87	36.51	2,041.27	98.61	0.15	0.0100	98.77
4-Feb	1,459.060	828.20	82.00	46.95	1.89	3.00	2.31	77.00	1.20	74.00	89.15	29.27	35.64	1,993.22	98.59	0.17	0.0260	98.76
5-Feb	1,212.290	809.40	81.00	46.72	1.48	2.81	2.17	77.22	1.34	72.43	88.53	31.15	34.87	2,251.33	98.64	0.15	0.0050	98.75
6-Feb	983.840	328.90	80.00	42.99	1.44	2.83	2.19	77.39	0.91	74.43	87.49	33.53	33.45	2,171.67	98.59	0.16	0.0097	98.77
7-Feb	1,212.440	725.10	80.00	43.82	1.19	2.65	2.00	75.47	0.00	72.55	87.95	31.20	35.42	2,261.56	98.60	0.16	0.0128	98.78
8-Feb	642.540	642.20	81.00	45.36	2.14	2.32	1.83	78.88	0.80	74.40	87.04	35.20	38.52	2,315.33	98.62	0.15	0.0085	98.76
9-Feb	1,543.520	573.10	82.00	46.29	2.50	4.22	3.25	77.01	0.82	75.33	85.68	34.00	36.41	2,229.50	98.57	0.14	0.0116	98.77
10-Feb	1,789.250	541.50	83.00	45.19	2.36	3.96	3.02	76.26	0.85	0.00	88.36	32.92	39.84	2,270.89	98.62	0.16	0.0074	98.79
11-Feb	1,007.990	728.70	84.00	46.96	1.96	3.84	2.84	73.96	1.12	75.60	89.20	32.27	38.12	2,283.13	98.60	0.13	0.0175	98.76
12-Feb	1,030.180	288.00	81.00	46.41	1.91	5.53	3.07	73.98	0.80	74.33	86.71	36.50	40.97	2,292.50	98.62	0.15	0.0068	98.75
13-Feb	998.930	436.30	82.00	45.86	1.75	5.07	4.28	77.40	0.80	71.60	85.51	38.40	43.66	2,323.78	98.64	0.14	0.0064	98.79
14-Feb	1,724.490	758.70	82.00	45.01	2.28	3.79	3.86	76.13	0.80	71.30	89.08	36.59	40.72	2,044.89	98.64	0.13	0.0097	98.77
15-Feb	1,100.850	680.00	82.00	46.99	2.02	3.51	2.91	76.78	0.90	72.70	87.96	33.74	39.15	2,253.60	98.62	0.13	0.0124	98.78
16-Feb	1,750.630	802.90	83.00	45.88	1.98	2.99	2.74	78.06	0.80	73.43	89.88	32.40	37.58	2,195.22	98.62	0.14	0.0094	98.75
17-Feb	1,530.050	617.60	81.00	45.80	1.88	4.43	2.33	77.93	0.89	73.87	86.17	32.80	37.69	2,128.22	98.65	0.12	0.0079	98.76
18-Feb	1,321.610	618.70	82.00	45.12	2.02	3.73	3.42	77.20	0.87	73.50	86.22	32.08	36.60	2,392.67	98.63	0.14	0.0108	98.76
19-Feb	1,745.920	760.10	84.00	45.92	1.40	3.61	2.87	76.94	1.13	74.87	87.03	32.34	37.56	2,164.11	98.61	0.14	0.0080	98.79
20-Feb	1,324.980	739.00	82.00	45.77	1.61	3.57	2.76	76.45	0.83	73.13	87.65	33.13	37.74	2,189.56	98.60	0.12	0.0089	98.77

21-Feb	82.560	26.90	81.00	46.02	1.90	3.25	2.75	77.03	0.93	74.70	86.08	31.58	36.54	2,187.33	98.60	0.13	0.0122	98.75
22-Feb	1,337.420	651.60	83.00	45.95	1.67	2.98	2.50	76.92	1.22	73.67	87.77	32.60	36.55	2,157.75	98.58	0.16	0.0087	98.78
23-Feb	1,615.100	729.80	82.00	45.91	1.68	3.80	2.29	76.85	1.00	74.20	86.42	33.84	38.89	2,135.10	98.62	0.13	0.0079	98.77
24-Feb	1,117.680	655.00	80.00	45.88	1.67	4.04	2.95	77.63	0.93	71.90	89.20	32.27	32.27	2,328.33	98.64	0.14	0.0072	98.75
25-Feb	913.700	430.00	81.00	46.89	1.51	4.15	3.08	76.24	0.88	73.40	87.02	31.77	35.77	2,187.33	98.63	0.16	0.0092	98.76
26-Feb	1,690.290	709.40	85.00	45.82	1.91	3.51	2.74	78.06	0.90	73.87	89.88	36.59	40.72	2,315.33	98.60	0.15	0.0050	98.75
27-Feb	1,471.680	555.00	80.00	45.88	1.88	3.84	2.84	73.96	0.85	71.60	86.71	32.92	37.97	2,283.13	98.64	0.14	0.0072	98.75
28-Feb	1,200.850	425.30	83.00	46.01	1.90	4.04	3.08	76.24	0.80	74.00	88.39	32.27	36.51	2,328.33	98.62	0.13	0.0124	98.78
29-Feb	1,655.630	648.70	84.00	45.99	1.67	3.84	2.93	76.30	0.80	72.43	89.15	31.77	35.64	2,041.27	98.62	0.14	0.0094	98.75
4-Mar	1,544.980	638.70	81.00	45.92	1.48	2.83	2.19	77.39	0.89	75.33	87.04	33.53	38.52	2,261.56	98.60	0.12	0.0089	98.77
5-Mar	72.560	660.10	84.00	45.77	1.44	2.65	2.00	75.47	0.87	0.00	85.68	31.20	36.41	2,315.33	98.60	0.13	0.0122	98.75
6-Mar	1,337.420	639.00	80.00	46.02	1.19	2.32	1.83	78.88	1.13	75.60	88.36	35.20	39.84	2,229.50	98.58	0.16	0.0087	98.78
7-Mar	1,725.190	26.90	82.00	45.95	2.14	4.22	3.25	77.01	0.83	74.33	89.20	34.00	38.12	2,270.89	98.62	0.13	0.0079	98.77
8-Mar	1,471.680	571.60	83.00	45.91	1.98	3.96	3.02	76.26	0.93	71.60	86.71	32.92	37.97	2,283.13	98.64	0.14	0.0072	98.75
9-Mar	823.700	689.80	84.00	45.88	1.88	3.84	2.84	73.96	1.22	71.90	86.42	31.58	36.54	2,187.33	98.62	0.15	0.0068	98.75
10-Mar	865.320	555.00	80.00	45.89	2.02	4.15	3.07	73.98	0.80	71.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	98.75
11-Mar	840.230	330.00	81.00	46.09	2.50	5.53	4.28	77.40	0.80	72.70	89.08	36.50	40.97	2,292.50	98.61	0.15	0.0100	98.77
12-Mar	1,759.060	233.70	80.00	46.40	2.36	5.07	3.86	76.13	0.80	73.43	87.96	38.40	43.66	2,323.78	98.59	0.17	0.0260	98.76
13-Mar	1,690.290	360.80	82.00	45.95	1.96	3.79	2.91	76.78	0.90	73.87	89.88	36.59	40.72	2,044.89	98.64	0.15	0.0050	98.75
14-Mar	783.840	748.20	84.00	45.82	1.91	3.51	2.74	78.06	0.80	73.50	86.17	33.74	39.15	2,253.60	98.59	0.16	0.0097	98.77
15-Mar	1,631.440	709.40	85.00	43.99	1.75	2.99	2.33	77.93	0.89	74.87	86.22	32.40	37.58	2,195.22	98.60	0.16	0.0128	98.78
16-Mar	1,633.540	344.90	84.00	45.82	2.28	4.43	3.42	77.20	0.87	73.13	87.03	32.80	37.69	2,128.22	98.62	0.15	0.0085	98.76
17-Mar	1,760.520	715.10	81.00	46.36	2.02	3.73	2.87	76.94	1.13	74.70	87.65	32.08	36.60	2,392.67	98.57	0.14	0.0116	98.77
18-Mar	1,762.250	639.20	81.00	46.29	1.94	3.61	2.76	76.45	0.83	73.67	86.08	32.34	37.56	2,164.11	98.62	0.16	0.0074	98.79
19-Mar	1,567.990	673.10	82.00	46.19	1.89	3.57	2.75	77.03	0.93	74.20	87.77	33.13	37.74	2,189.56	98.60	0.13	0.0175	98.76
20-Mar	642.180	641.50	84.00	45.96	1.89	3.25	2.50	76.92	1.22	71.90	86.42	31.58	36.54	2,187.33	98.62	0.15	0.0068	98.75
21-Mar	1,198.930	628.70	85.00	46.41	1.40	2.98	2.29	76.85	1.00	73.40	89.20	32.60	36.55	2,157.75	98.64	0.14	0.0064	98.79
22-Mar	1,113.700	265.70	82.00	45.86	1.61	3.80	2.95	77.63	0.93	75.47	87.02	33.84	38.89	2,135.10	98.64	0.13	0.0097	98.77
23-Mar	1,633.540	659.20	81.00	45.36	1.92	2.93	2.87	76.94	0.87	73.13	87.03	32.80	37.69	2,128.22	98.62	0.15	0.0085	98.76

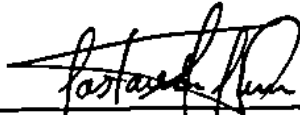
24-Mar	642.180	265.70	82.00	46.41	1.40	2.98	2.29	76.85	1.22	71.90	86.42	31.58	36.54	2,187.33	98.62	0.15	0.0068	98.75
25-Mar	1,198.930	425.30	83.00	45.86	1.61	3.80	2.95	77.63	1.00	73.40	89.20	32.60	36.55	2,157.75	98.64	0.14	0.0064	98.79
26-Mar	1,735.490	648.70	84.00	46.01	1.90	4.04	3.08	76.24	0.93	75.47	87.02	33.84	38.89	2,135.10	98.64	0.13	0.0097	98.77
27-Mar	1,200.850	480.00	82.00	45.99	1.67	3.84	2.93	76.30	0.88	74.00	88.39	32.27	36.51	2,328.33	98.62	0.13	0.0124	98.78
28-Mar	1,655.630	702.90	85.00	45.88	1.68	3.08	2.28	74.03	0.91	72.43	89.15	31.77	35.64	2,041.27	98.62	0.14	0.0094	98.75
29-Mar	1,490.050	547.60	80.00	45.80	1.67	3.00	2.31	77.00	0.84	74.43	88.53	30.87	34.87	1,993.22	98.65	0.12	0.0079	98.76
30-Mar	1,497.610	638.70	81.00	46.12	1.51	2.81	2.17	77.22	1.20	72.55	87.49	29.27	33.45	2,251.33	98.63	0.14	0.0108	98.76
31-Mar	1,727.920	660.10	84.00	45.92	1.48	2.83	2.19	77.39	1.34	74.40	87.95	31.15	35.42	2,171.67	98.61	0.14	0.0080	98.79
1-Abr	1,544.980	639.00	80.00	45.77	1.44	2.65	2.00	75.47	0.91	75.33	87.04	33.53	38.52	2,261.56	98.60	0.12	0.0089	98.77
2-Abr	72.560	26.90	82.00	46.02	1.19	2.32	1.83	78.88	0.00	0.00	85.68	31.20	36.41	2,315.33	98.60	0.13	0.0122	98.75
3-Abr	1,337.420	571.60	83.00	45.95	2.14	4.22	3.25	77.01	0.80	75.60	88.36	35.20	39.84	2,229.50	98.58	0.16	0.0087	98.78
4-Abr	1,725.190	689.80	84.00	45.91	1.98	3.96	3.02	76.26	0.82	74.33	89.20	34.00	38.12	2,270.89	98.62	0.13	0.0079	98.77
5-Abr	1,471.680	555.00	80.00	45.88	1.88	3.84	2.84	73.96	0.85	71.60	86.71	32.92	37.97	2,283.13	98.64	0.14	0.0072	98.75
6-Abr	823.700	330.00	81.00	45.89	2.02	4.15	3.07	73.98	1.12	73.45	85.51	32.27	37.74	2,136.11	98.63	0.16	0.0092	98.76
7-Abr	865.320	233.70	80.00	46.09	2.50	5.53	4.28	77.40	0.80	71.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	98.75	
8-Abr	840.230	360.80	82.00	46.40	2.36	5.07	3.86	76.13	0.80	72.70	89.08	36.50	40.97	2,292.50	98.61	0.15	0.0100	98.77
9-Abr	1,759.060	748.20	84.00	45.95	1.96	3.79	2.91	76.78	0.80	73.43	87.96	38.40	43.66	2,323.78	98.59	0.17	0.0260	98.76
10-Abr	1,690.290	709.40	85.00	45.82	1.91	3.51	2.74	78.06	0.90	73.87	89.88	36.59	40.72	2,044.89	98.64	0.15	0.0050	98.75
11-Abr	783.840	344.90	84.00	43.99	1.75	2.99	2.33	77.93	0.80	73.50	86.17	33.74	39.15	2,253.60	98.59	0.16	0.0097	98.77
12-Abr	1,631.440	715.10	81.00	45.82	2.28	4.43	3.42	77.20	0.89	74.87	86.22	32.40	37.58	2,195.22	98.60	0.16	0.0128	98.78
13-Abr	1,633.540	639.20	81.00	46.36	2.02	3.73	2.87	76.94	0.87	73.13	87.03	32.80	37.69	2,128.22	98.62	0.15	0.0085	98.76
14-Abr	1,760.520	673.10	82.00	46.29	1.94	3.61	2.76	76.45	1.13	74.70	87.65	32.08	36.60	2,392.67	98.57	0.14	0.0116	98.77
15-Abr	1,762.250	641.50	84.00	46.19	1.89	3.57	2.75	77.03	0.83	73.67	86.08	32.34	37.56	2,164.11	98.62	0.16	0.0074	98.79
16-Abr	1,567.990	628.70	85.00	45.96	1.89	3.25	2.50	76.92	0.93	74.20	87.77	33.13	37.74	2,189.56	98.60	0.13	0.0175	98.76
17-Abr	1,655.630	702.90	85.00	45.88	1.68	3.08	2.28	74.03	0.91	72.43	89.15	31.77	35.64	2,041.27	98.62	0.14	0.0094	98.75
18-Abr	1,337.420	571.60	83.00	45.95	2.14	4.22	3.25	77.01	0.80	75.60	88.36	35.20	39.84	2,229.50	98.58	0.16	0.0087	98.78
19-Abr	1,725.190	689.80	84.00	45.91	1.98	3.96	3.02	76.26	0.82	74.33	89.20	34.00	38.12	2,270.89	98.62	0.13	0.0079	98.77
20-Abr	1,471.680	555.00	80.00	45.88	1.88	3.84	2.84	73.96	0.85	71.60	86.71	32.92	37.97	2,283.13	98.64	0.14	0.0072	98.75
21-Abr	823.700	330.00	81.00	45.89	2.02	4.15	3.07	73.98	1.12	73.45	85.51	32.27	37.74	2,136.11	98.63	0.16	0.0092	98.76

22-Abr	1,490.050	547.60	80.00	45.80	1.67	3.00	2.31	77.00	0.84	74.43	88.53	30.87	34.87	1,993.22	98.65	0.12	0.0079	98.76
23-Abr	1,497.610	638.70	81.00	46.12	1.51	2.81	2.17	77.22	1.20	72.55	87.49	29.27	33.45	2,251.33	98.63	0.14	0.0108	98.76
24-Abr	1,727.920	660.10	84.00	45.92	1.48	2.83	2.19	77.39	1.34	74.40	87.95	31.15	35.42	2,171.67	98.61	0.14	0.0080	98.79
25-Abr	1,544.980	639.00	80.00	45.77	1.44	2.65	2.00	75.47	0.91	75.33	87.04	33.53	38.52	2,261.56	98.60	0.12	0.0089	98.77
26-Abr	72.560	26.90	82.00	46.02	1.19	2.32	1.83	78.88	1.12	71.14	85.68	31.20	36.41	2,315.33	98.60	0.13	0.0122	98.75
27-Abr	865.320	233.70	80.00	46.09	2.50	5.53	4.28	77.40	0.80	73.10	81.04	32.12	41.52	1,965.67	98.56	0.14	0.0067	98.75
28-Abr	840.230	360.80	82.00	46.40	2.36	5.07	3.86	76.13	0.80	72.70	89.08	36.50	40.97	2,292.50	98.61	0.15	0.0100	98.77
29-Abr	1,759.060	748.20	84.00	45.95	1.96	3.79	2.91	76.78	0.80	73.43	87.96	38.40	43.66	2,323.78	98.59	0.17	0.0260	98.76
30-Abr											89.88	36.59	40.72	2,044.89	98.64	0.15	0.0050	98.75
3-May	1,633.540	639.20	81.00	46.36	2.02	3.73	2.87	76.94	0.87	73.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	98.75
4-May	1,760.520	673.10	82.00	46.29	1.94	3.61	2.76	76.45	1.13	74.70	87.65	32.08	36.60	2,392.67	98.57	0.14	0.0116	98.77
5-May	1,762.250	641.50	84.00	46.19	1.89	3.57	2.75	77.03	0.83	73.67	86.08	32.34	37.56	2,164.11	98.62	0.16	0.0074	98.79
6-May	1,567.990	628.70	85.00	45.96	1.89	3.25	2.50	76.92	0.93	74.20	87.77	33.13	37.74	2,189.56	98.60	0.13	0.0175	98.76
7-May	1,655.630	702.90	85.00	45.88	1.68	3.08	2.28	74.03	0.91	72.43	89.15	31.77	35.64	2,041.27	98.62	0.14	0.0094	98.75
8-May	642.180	265.70	82.00	46.41	1.40	2.98	2.29	76.85	1.22	71.90	86.42	31.58	36.54	2,187.33	98.62	0.15	0.0068	98.75
9-May	1,198.930	425.30	83.00	45.86	1.61	3.80	2.95	77.63	1.00	73.40	89.20	32.60	36.55	2,157.75	98.64	0.14	0.0064	98.79
10-May	1,735.490	648.70	84.00	46.01	1.90	4.04	3.08	76.24	0.93	75.47	87.02	33.84	38.89	2,135.10	98.69	0.13	0.0097	98.77
11-May	1,200.850	480.00	82.00	45.99	1.67	3.84	2.93	76.30	0.88	74.00	88.39	32.27	36.51	2,328.33	98.62	0.13	0.0124	98.78
12-May	1,471.680	555.00	80.00	45.88	1.88	3.84	2.84	73.96	0.85	71.60	86.71	32.92	37.97	2,283.13	98.64	0.14	0.0072	98.75
13-May	1,725.190	689.80	84.00	45.91	1.98	3.96	3.02	76.26	0.82	74.33	89.20	34.00	38.12	2,270.89	98.62	0.13	0.0079	98.77
14-May	1,471.680	555.00	80.00	45.88	1.88	3.84	2.84	73.96	0.85	71.60	86.71	32.92	37.97	2,283.13	98.64	0.14	0.0072	98.75
15-May	823.700	330.00	81.00	45.89	2.02	4.15	3.07	73.98	1.12	73.45	85.51	32.27	37.74	2,136.11	98.63	0.16	0.0092	98.76
16-May	1,200.850	480.00	82.00	45.99	1.67	3.84	2.93	76.30	0.88	74.00	88.39	32.27	36.51	2,328.33	98.62	0.13	0.0124	98.78
17-May	1,655.630	702.90	85.00	45.88	1.68	3.08	2.28	74.03	0.91	72.43	89.15	31.77	35.64	2,041.27	98.62	0.14	0.0094	98.75
18-May	1,490.050	547.60	80.00	45.80	1.67	3.00	2.31	77.00	0.84	74.43	88.53	30.87	34.87	1,993.22	98.65	0.12	0.0079	98.76
19-May	865.320	233.70	80.00	46.09	2.50	5.53	4.28	77.40	0.80	71.30	85.55	32.97	37.52	2,157.75	98.72	0.17	0.0068	98.72
20-May	1,760.520	673.10	82.00	46.29	1.94	3.61	2.76	76.45	1.13	74.70	87.65	32.08	36.60	2,392.67	98.57	0.14	0.0116	98.77
21-May	1,544.980	639.00	80.00	45.77	1.44	2.65	2.00	75.47	0.91	75.33	87.04	33.53	38.52	2,261.56	98.60	0.12	0.0089	98.77
22-May	72.560	26.90	82.00	46.02	1.19	2.32	1.83	78.88	0.00	0.00	85.68	31.20	36.41	2,315.33	98.60	0.13	0.0122	98.75

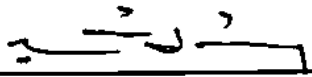
23-May	1,337.420	571.60	83.00	45.95	2.14	4.22	3.25	77.01	0.80	75.60	88.36	35.20	39.84	2,229.50	98.58	0.16	0.0087	98.78
24-May	1,686.500	654.00	82.00	45.94	1.75	3.45	2.52	76.38	0.92	75.33	87.49	29.27	33.45	2,251.33	98.63	0.14	0.0108	98.76
25-May	1,727.920	660.10	84.00	45.92	1.48	2.83	2.19	77.39	1.34	74.40	87.95	31.15	35.42	2,171.67	98.61	0.14	0.0080	98.79
26-May	1,345.980	628.23	81.00	44.45	1.86	3.38	2.56	74.32	0.79	73.35	89.75	32.68	36.95	2,242.35	98.65	0.16	0.0123	98.80
27-May	840.230	360.80	82.00	46.40	2.36	5.07	3.86	76.13	0.80	72.70	89.08	36.50	40.97	2,292.50	98.61	0.15	0.0100	98.77
28-May	1,759.060	748.20	84.00	45.95	1.96	3.79	2.91	76.78	0.80	73.43	87.96	38.40	43.66	2,323.78	98.59	0.17	0.0260	98.76
29-May	1,690.290	709.40	85.00	45.82	1.91	3.51	2.74	78.06	0.90	73.87	89.88	36.59	40.72	2,044.89	98.64	0.15	0.0050	98.75
30-May	783.840	344.90	84.00	43.99	1.75	2.99	2.33	77.93	0.80	73.50	86.17	33.74	39.15	2,253.60	98.59	0.16	0.0097	98.77
31-May	1,760.520	673.10	82.00	46.29	1.94	3.61	2.76	76.45	1.13	74.70	87.65	32.08	36.60	2,392.67	98.57	0.14	0.0116	98.77
1-Jun	1,762.250	641.50	84.00	46.19	1.89	3.57	2.75	77.03	0.83	73.67	86.08	32.34	37.56	2,164.11	98.62	0.16	0.0074	98.79
2-Jun			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	86.22	32.40	37.58	2,195.22	98.60	0.16	0.0128	98.78
3-Jun	1,633.540	639.20	81.00	46.36	2.02	3.73	2.87	76.94	0.87	73.13	87.03	32.80	37.69	2,128.22	98.62	0.15	0.0085	98.76
4-Jun	1,760.520	673.10	82.00	46.29	1.94	3.61	2.76	76.45	1.13	74.70	87.65	32.08	36.60	2,392.67	98.57	0.14	0.0116	98.77
5-Jun	1,762.250	641.50	84.00	46.19	1.89	3.57	2.75	77.03	0.83	73.67	86.08	32.34	37.56	2,164.11	98.62	0.16	0.0074	98.79
6-Jun	1,497.610	638.70	81.00	46.12	1.51	2.81	2.17	77.22	1.20	72.55	87.49	29.27	33.45	2,251.33	98.63	0.14	0.0108	98.76
7-Jun	1,200.850	480.00	82.00	45.99	1.67	3.84	2.93	76.30	0.88	74.00	88.39	32.27	36.51	2,328.33	98.62	0.13	0.0124	98.78
8-Jun	1,337.420	571.60	83.00	45.95	2.14	4.22	3.25	77.01	0.80	75.60	88.36	35.20	39.84	2,229.50	98.58	0.16	0.0087	98.78
9-Jun	1,544.980	639.00	80.00	45.77	1.44	2.65	2.00	75.47	0.91	75.33	87.04	33.53	38.52	2,261.56	98.60	0.12	0.0089	98.77
10-Jun	72.560	26.90	82.00	46.02	1.19	2.32	1.83	78.88	0.00	0.00	85.68	31.20	36.41	2,315.33	98.60	0.13	0.0122	98.75
11-Jun	1,760.520	673.10	82.00	46.29	1.94	3.61	2.76	76.45	1.13	74.70	87.65	32.08	36.60	2,392.67	98.57	0.14	0.0116	98.77
12-Jun	1,762.250	641.50	84.00	46.19	1.89	3.57	2.75	77.03	0.83	73.67	86.08	32.34	37.56	2,164.11	98.62	0.16	0.0074	98.79
13-Jun	1,567.990	628.70	85.00	45.96	1.89	3.25	2.50	76.92	0.93	74.20	87.77	33.13	37.74	2,189.56	98.60	0.13	0.0175	98.76
14-Jun	823.700	330.00	81.00	45.89	2.02	4.15	3.07	73.98	1.12	73.45	85.51	32.27	37.74	2,136.11	98.63	0.16	0.0092	98.76
15-Jun	1,497.610	638.70	81.00	46.12	1.51	2.81	2.17	77.22	1.20	72.55	87.49	29.27	33.45	2,251.33	98.63	0.14	0.0108	98.76
16-Jun	1,727.920	660.10	84.00	45.92	1.48	2.83	2.19	77.39	1.34	74.40	87.95	31.15	35.42	2,171.67	98.61	0.14	0.0080	98.79
17-Jun	1,690.290	709.40	85.00	45.82	1.91	3.51	2.74	78.06	0.90	73.87	89.88	36.59	40.72	2,044.89	98.64	0.15	0.0050	98.75
18-Jun	783.840	344.90	84.00	43.99	1.75	2.99	2.33	77.93	0.80	73.50	86.17	33.74	39.15	2,253.60	98.59	0.16	0.0097	98.77
19-Jun	1,631.440	715.10	81.00	45.82	2.28	4.43	3.42	77.20	0.89	74.87	86.22	32.40	37.58	2,195.22	98.60	0.16	0.0128	98.78
20-Jun	1,633.540	639.20	81.00	46.36	2.02	3.73	2.87	76.94	0.87	73.13	87.03	32.80	37.69	2,128.22	98.62	0.15	0.0085	98.76

21-Jun	865.320	233.70	80.00	46.09	2.50	3.53	3.28	77.23	0.83	73.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	98.75
22-Jun	840.230	360.80	82.00	46.40	2.36	5.07	3.86	76.13	0.80	72.70	89.08	36.50	40.97	2,292.50	98.61	0.0100	98.77
23-Jun	1,759.060	748.20	84.00	45.95	1.96	3.79	2.91	76.78	0.80	73.43	87.96	38.40	43.66	2,323.78	98.59	0.0260	98.76
24-Jun		689.80	84.00								89.20	34.00	38.12	2,270.89	98.62	0.0079	98.77
25-Jun	1,471.680	555.00	80.00	45.88	1.88	3.84	2.84	73.96	0.85	71.60	86.71	32.92	37.97	2,283.13	98.64	0.0072	98.75
26-Jun	1,655.630	702.90	85.00	45.88	1.68	3.08	2.28	74.03	0.91	72.43	89.15	31.77	35.64	2,041.27	98.62	0.0094	98.75
27-Jun	1,490.050	547.60	80.00	45.80	1.67	3.00	2.31	77.00	0.84	74.43	88.53	30.87	34.87	1,993.22	98.65	0.0079	98.76
28-Jun	642.180	265.70	82.00	46.41	1.40	2.98	2.29	76.85	1.22	71.90	86.42	31.58	36.54	2,187.33	98.62	0.0068	98.75
29-Jun	1,198.930	425.30	83.00	45.86	1.61	3.80	2.95	77.63	1.00	73.40	89.20	32.60	36.55	2,157.75	98.64	0.0064	98.79
30-Jun	1,735.490	648.70	84.00	46.01	1.90	4.04	3.08	76.24	0.93	75.47	87.02	33.84	38.89	2,135.10	98.64	0.0097	98.77
1-Jul	1,200.850	480.00	82.00	45.99	1.67	3.84	2.93	76.30	0.88	74.00	88.39	32.27	36.51	2,328.33	98.62	0.0124	98.78
2-Jul	783.840	344.90	84.00	43.99	1.75	2.99	2.33	77.93	0.80	73.50	86.17	33.74	39.15	2,253.60	98.59	0.0097	98.77
3-Jul	72.560	26.90	82.00	46.02	1.19	2.32	1.83	78.88	0.00	0.00	85.68	31.20	36.41	2,315.33	98.60	0.0122	98.75
4-Jul	1,490.050	547.60	80.00	45.80	1.67	3.00	2.31	77.00	0.84	74.43	88.53	30.87	34.87	1,993.22	98.65	0.0079	98.76
5-Jul	1,497.610	638.70	81.00	46.12	1.51	2.81	2.17	77.22	1.20	72.55	87.49	29.27	33.45	2,251.33	98.63	0.0108	98.76
6-Jul	1,471.680	555.00	80.00	45.88	1.88	3.84	2.84	73.96	0.85	71.60	86.71	32.92	37.97	2,283.13	98.64	0.0072	98.75
7-Jul	823.700	330.00	81.00	45.89	2.02	4.15	3.07	73.98	1.12	73.45	85.51	32.27	37.74	2,136.11	98.63	0.0092	98.76
8-Jul	1,544.980	639.00	80.00	45.77	1.44	2.65	2.00	75.47	0.91	75.33	87.04	33.53	38.52	2,261.56	98.60	0.0089	98.77
9-Jul	1,337.420	571.60	83.00	45.95	2.14	4.22	3.25	77.01	0.80	75.60	88.36	35.20	39.84	2,229.50	98.58	0.0087	98.78
10-Jul	1,725.190	689.80	84.00	45.91	1.98	3.96	3.02	76.26	0.82	74.33	89.20	34.00	38.12	2,270.89	98.62	0.0079	98.77
11-Jul	1,198.930	425.30	83.00	45.86	1.61	3.80	2.95	77.63	1.00	73.40	89.20	32.60	36.55	2,157.75	98.64	0.0064	98.79
12-Jul	1,735.490	648.70	84.00	46.01	1.90	4.04	3.08	76.24	0.93	75.47	87.02	33.84	38.89	2,135.10	98.64	0.0097	98.77
13-Jul	1,727.920	660.10	84.00	45.92	1.48	2.83	2.19	77.39	1.34	74.40	87.95	31.15	35.42	2,171.67	98.61	0.0080	98.79
14-Jul	865.320	233.70	80.00	46.09	2.50	5.53	4.28	77.40	0.80	71.30	86.17	33.74	39.15	2,253.60	98.59	0.0097	98.77
15-Jul	840.230	360.80	82.00	46.40	2.36	5.07	3.86	76.13	0.80	72.70	89.08	36.50	40.97	2,292.50	98.61	0.0100	98.77
16-Jul	1,759.060	748.20	84.00	45.95	1.96	3.79	2.91	76.78	0.80	73.43	87.96	38.40	43.66	2,323.78	98.59	0.0260	98.76
17-Jul	1,633.540	639.20	81.00	46.36	2.02	3.73	2.87	76.94	0.87	73.13	87.03	32.80	37.69	2,128.22	98.62	0.0085	98.76
18-Jul	1,760.520	673.10	82.00	46.29	1.94	3.61	2.76	76.45	1.13	74.70	87.65	32.08	36.60	2,392.67	98.57	0.0116	98.77
19-Jul	1,762.250	641.50	84.00	46.19	1.89	3.57	2.75	77.03	0.83	73.67	86.08	32.34	37.56	2,164.11	98.62	0.0074	98.79

20~Jul	1,567.990	628.70	85.00	45.96	1.89	3.25	2.50	76.92	0.93	74.20	87.77	33.13	37.74	2,189.56	98.60	0.13	0.0175	98.76
21~Jul	642.180	265.70	82.00	46.41	1.40	2.98	2.29	76.85	1.22	71.90	86.42	31.58	36.54	2,187.33	98.62	0.15	0.0068	98.75
22~Jul	1,690.290	709.40	85.00	45.82	1.91	3.51	2.74	78.06	0.90	73.87	89.88	36.59	40.72	2,044.89	98.64	0.15	0.0050	98.75
23~Jul	783.840	344.90	84.00	43.99	1.75	2.99	2.33	77.93	0.80	73.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0000	98.74
24~Jul	1,631.440	715.10	81.00	45.82	2.28	4.43	3.42	77.20	0.89	74.87	86.22	32.40	37.58	2,195.22	98.60	0.16	0.0128	98.78
25~Jul	1,200.850	480.00	82.00	45.99	1.67	3.84	2.93	76.30	0.88	74.00	88.39	32.27	36.51	2,328.33	98.62	0.13	0.0124	98.78
26~Jul	1,655.630	702.90	85.00	45.88	1.68	3.08	2.28	74.03	0.91	72.43	89.15	31.77	35.64	2,041.27	98.62	0.14	0.0094	98.75



**[DRA. ELVIRA TEÓFILA CHIRRE CASTAÑEDA
ASESOR**



**[DR. ALBERTO IRHAAM SANCHEZ GUZMÁN]
PRESIDENTE**



**[DR. VICTOR RAUL COÇA RAMIREZ
SECRETARIO**



**[M(o)] ROBERT WILLIAM OCROSPOMA DUEÑAS
VOCAL**