

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

1.1.1 Antecedentes teóricos

La calidad en una empresa constituye un pilar fundamental que genera satisfacción en los clientes, sus empleados y sus inversores, provee herramientas prácticas para una gestión integral. En el entorno empresarial actual, es necesario cumplir con los estándares de calidad para lograr entrar a competir en un mercado cada vez más exigente, para esto se debe buscar la mejora continua, la satisfacción de los clientes y la estandarización y control de los procesos. (González Barrado, 2017).

Las pequeñas empresas, por su tamaño y trayectoria, deben tener muy clara la mejora continua en todos los aspectos, consiguiendo así un rendimiento superior al resto de empresas y aportando un impulso constante. Para alcanzar sus metas y objetivos, deben estar orientados a la participación en la gestión y ejecución de procesos para las empresas interesadas en desarrollar un sistema integrado de gestión que busque alcanzar la mejora continua y ventajas competitivas de sus servicios, generando la satisfacción total del cliente. (Cuellar Paredes, 2024).

Respecto a los sistemas de control de calidad, Juran, (1998) señala que el control es el proceso de evaluar el desempeño real, comparándolo con los objetivos establecidos y actuar sobre las diferencias para mantener y preservar la capacidad del proceso frente a la variación diaria. Este sistema de control incluye determinar qué medir, cómo medirlo, establecer límites de control y utilizar herramientas estadísticas como el control estadístico de procesos (SPC) para monitorear la producción. El control de calidad busca evitar que los defectos lleguen al cliente actuando sobre las desviaciones detectadas durante la operación.

En la industria manufacturera, la gestión de la calidad es crucial para la rentabilidad, la cuota de mercado y el éxito empresarial en general. Un enfoque en la calidad, que incluye la mejora continua y la satisfacción del cliente, puede generar ahorros

significativos en costos, mayor eficiencia y una mayor fidelización del cliente (Harvard Business Review, 2020).

La estandarización del proceso de producción tiene como fin prever problemas que pueden presentarse en las actividades diarias y establecer la forma en la que se va a solucionar, también ayuda a conocer cuál es la manera correcta de actuar ante una eventualidad, acelerar la curva de aprendizaje de nuevo personal, prever la necesidad de adquirir herramientas para desarrollar el trabajo y delimitar responsabilidades del personal. (Castrillo Carretero, 2022).

Según la tesis de Jhanneth Paola Tiñini Coaquira “Implementación de un sistema de control de calidad en el área de acabado de la Empresa Textil Electrotex” (2025) titulada de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Mayor De San Andrés señala que, para mejorar los procesos productivos, reducir defectos, mejorar la eficiencia y aumentar la competitividad de la empresa en el mercado para garantizar la satisfacción del cliente, se aplicaron herramientas de control de calidad como el diagrama de Pareto y gráficos de control, permitiendo identificar las principales causas de los defectos y establecer medidas correctivas.

En el proyecto de grado de Adilson Flores Fernández, Diseño de un sistema de control de calidad para la Empresa LA ANDALUZA SRL (2024), titulado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Mayor De San Andrés, el sistema de control de calidad plantea el uso de normativas textiles y de muestreo, pruebas de ensayo, puntos de control de calidad y medios para mejorar la calidad de la información siendo apoyado mediante un sistema de información, el sistema permitió reducir los defectos por temas de calidad hasta un 1,5%, además de generar un ahorro anual promedio de Bs. 65.799,28 en un periodo de 5 años.

1.1.2 Antecedentes de campo

La vitivinicultura en Tarija posee una rica y longeva tradición, cuyos orígenes se remontan a la época colonial. A finales del siglo XVI, la llegada de los conquistadores españoles marcó el inicio de esta actividad en la región.

Las primeras plantaciones de vid en Bolivia se hicieron en Mizque, y el año 1584 el cultivo de la vid llegó a Tarija. El primer registro de una viña tarijeña data de 1606 en la localidad de Entre Ríos (SNV 2008).

El singani es una bebida tradicional boliviana, cuyo origen data de las épocas coloniales. Su nombre tiene relación a la población de “Sinkani” ubicada en el departamento de Potosí; lugar donde se realizó la elaboración de una bebida destinada al consumo concreto de pobladores, durante el auge de la explotación de plata, para ayudar a sobre llevar el duro invierno a 4000 metros sobre el nivel del mar. La elaboración del singani se diferencia de la elaboración de vino, en el hecho de que la vid se somete a un proceso de fermentación, posteriormente pasa por un proceso de destilación, dando como producto un destilado claro de vino (Paniagua, 2002).

El valle central de Tarija se erige como el principal productor de uva en Bolivia, abasteciendo tanto al mercado de consumo fresco como a la industria vitivinícola y del singani. Se producen comercialmente más de 20 variedades de vid que se cultivan en la región, no todas son para la elaboración de vinos y singanis; sino también con fines de consumo en fresco (FAUTAPO, 2009).

La Ley N°1334 sobre las Denominaciones de Origen, de 4 de mayo de 1992 en Bolivia, define al singani como "aguardiente obtenido por la destilación de vinos naturales de uva fresca producida, destilados y embotellados en las zonas de producción de origen".

Del mismo modo, dicha ley establece que la denominación de origen del singani está reservada para los aguardientes embotellados y producidos en el Valle Central del departamento de Tarija, los valles de las provincias de Nor Cinti, Sud Cinti y Tomina en el departamento de Chuquisaca, Sahapaqui, Luribay y las provincias de Loayza y Murillo en el departamento de La Paz, los valles de Turuchipa, Cotagaita, Vicchoca, Tumusla, Poco Poco, Tirquibuco y Oroncota de las provincias de Nor Chichas, Sud Chichas, Cornelio Saavedra y Linares en el departamento de Potosí y otras zonas de producción de Bolivia a establecerse en el futuro.

En la actualidad todavía continúa la vitivinicultura en los valles de Cinti, Caracoto y Luribay en el departamento de La Paz y Potosí; hasta llegar a los valles de Chuquisaca

y Tarija. Donde se produce actualmente un importante desarrollo de la producción e industrialización de vinos y singanis contando últimamente con 1,641 hectáreas de vid cultivada, un volumen de producción de 447,570 quintales de uva (CEVITA, 2014).

1.1.3 Antecedentes Empresariales

La Bodega Daroca, un pilar en el desarrollo vitivinícola boliviano, se erige como una de las más antiguas de Bolivia y de Tarija. A lo largo de los años, ha sido sinónimo de innovación, destacando con su Singañac, un refinado destilado que evoca el coñac, y su renombrado singani Daroca. Además, la bodega produce vinos varietales de alta calidad, sobresaliendo su Syrah, elaborado con uvas de viñedos propios, manejados de forma ecológica. Recientemente, Bodega Daroca, ha modernizado su infraestructura y equipamiento, asegurando así la excelencia en cada etapa de producción y garantizando vinos y destilados de sabores y aromas excepcionales.

La historia de la Bodega Daroca se entrelaza con el nacimiento de la industria moderna en Bolivia. Mientras que en Europa la plaga de la filoxera había transformado los viñedos, en el Valle de Cinti (Chuquisaca), Waldemar Daroca Aparicio iniciaba en 1920 una producción que rescataba el saber colonial. En aquel entonces, Cinti era el epicentro vitivinícola del país, compitiendo con bodegas históricas como la Hacienda El Rancho y los viñedos de los Jesuitas. A diferencia de las grandes producciones industriales que comenzaban a gestarse en otras regiones, Daroca mantuvo una visión artesanal, estableciendo las bases de lo que hoy conocemos como Singani de Altura, destilado exclusivamente de la uva Moscatel de Alejandría.

En 1980, bajo la dirección de Oscar Daroca, la bodega realizó un movimiento estratégico hacia Tarija, consolidando viñedos en Pampa La Villa y Colón Norte. Este periodo coincidió con el "Boom Vitivinícola Tarijeño", donde la región empezó a desplazar a Cinti como líder productor. Sin embargo, la década de los 80 fue traumática para la economía boliviana debido a la hiperinflación.

Mientras otras bodegas grandes lograban sobrevivir mediante economías de escala, las bodegas familiares enfrentaron el colapso. En este escenario, Oscar Daroca asumió un rol histórico como director del Centro Nacional Vitivinícola (CENAVIT). Su gestión

fue pionera en la defensa del producto nacional, luchando contra el contrabando desenfrenado de vinos argentinos y chilenos. Fue uno de los principales impulsores de las primeras normas legales para que los productos importados cumplieran con certificaciones de origen, sentando el precedente de lo que años más tarde sería la Denominación de Origen Singani. Pese a estos esfuerzos institucionales, la asfixia económica de 1985 obligó al cierre temporal de la bodega, un destino que compartió con muchas otras empresas familiares del valle central.

Tras quince años de silencio, la reactivación en el año 2000 marcó un hito de resiliencia, Daroca decidió redefinirse bajo el modelo de Bodega Boutique, esta estrategia se alineó con una tendencia mundial donde el consumidor empezó a valorar la "producción limitada" y el "vino de autor".

En la actualidad la gestión en las fincas “La Deseada” y “Don Valdín” representa la vanguardia del manejo ecológico. El cultivo de la uva Moscatel de Alejandría a más de 1.800 m.s.n.m. otorga al Singani Daroca una concentración de terpenos (aromas) que es difícil de replicar en otras latitudes. La bodega ha pasado de una producción pequeña a una capacidad instalada de 150.000 botellas anuales.

Desde 2010, la bodega no solo modernizó su tecnología de acero inoxidable y control de temperatura, sino que se convirtió en precursora del enoturismo cultural. Al integrar peñas folclóricas y la gastronomía tarijeña.

La calidad de los productos de Bodega Daroca ha sido reconocida a nivel nacional e incluso ganando prestigio a nivel internacional. Ha realizado hermanamientos con otras bodegas, para generar un intercambio de conocimientos, y mejorar la calidad de sus productos

El lanzamiento del Singañac un destilado con alma de singani, pero procesos de envejecimiento inspirados en el coñac francés y su varietal Syrah ecológico, posicionan a Daroca como un laboratorio de innovación. Los recientes hermanamientos con bodegas internacionales no solo han permitido intercambiar técnicas de vinificación, sino que han validado que el Singani boliviano posee una identidad técnica única en el

mundo, protegida hoy por los estándares de calidad que la familia Daroca ayudó a cimentar desde hace más de un siglo.

1.2 Descripción de la problemática

1.2.1 Planteamiento del problema

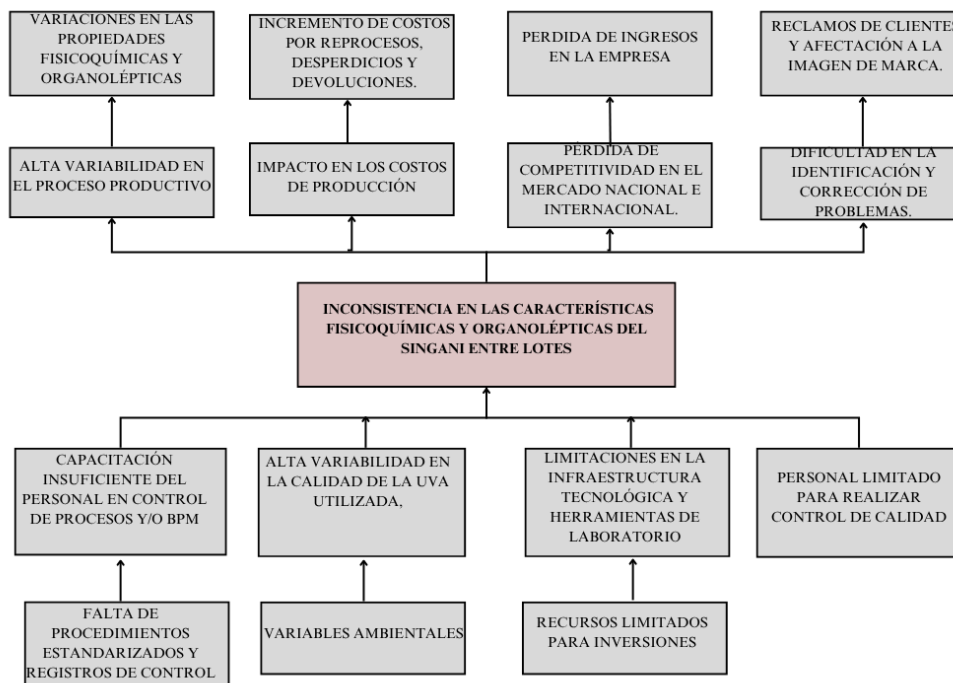
El desarrollo empírico y la falta de estandarización en las operaciones de la línea de Singani de altura en la bodega Daroca generan una inconsistencia crítica en las características organolépticas y fisicoquímicas del producto final entre los diferentes lotes, lo que representa el principal desafío para la calidad y la competitividad.

La raíz del problema se encuentra en la base de la cadena: la materia prima. La variabilidad de la calidad de la uva, producto de factores climáticos y fitosanitarios, se ve agravada por la ausencia de controles internos rigurosos en las etapas de selección y aceptación. Esta falta de estandarización inicial se traslada y amplifica en las fases siguientes, etapas críticas de transformación donde se observan deficiencias clave como en la fermentación y destilación, donde las operaciones presentan riesgos latentes de contaminación microbiológica y oxidación. Estas deficiencias comprometen la pureza del vino base, elevando la acidez volátil y degradando los precursores aromáticos del Singani.

En la operación clave del fraccionamiento, la destilación, existen deficientes parámetros de control fisicoquímicos, que incrementan el riesgo de incumplimiento de la Norma Boliviana NB 324001 respecto a los límites de contaminantes como el metanol. Esta situación amenaza la inocuidad y obliga a la bodega a enfrentar reprocesos o descarte de lotes valiosos, en la estabilización y embotellado donde existen fallas en la estabilización química del destilado lo que contribuye directamente a la pérdida de uniformidad, turbidez post-embotellado y reducción de la vida útil del producto final, esta recurrente inconsistencia de lote a lote compromete la reputación de la bodega y limita su capacidad de acceder a mercados exigentes. Por consiguiente, la situación actual exige la implementación urgente de un Sistema de Control de Calidad (SCC) robusto y formal que garantice la consistencia, la inocuidad y la seguridad del Singani a lo largo de toda la cadena de producción

1.2.2 Árbol de problemas

Figura 1. Árbol de problemas.



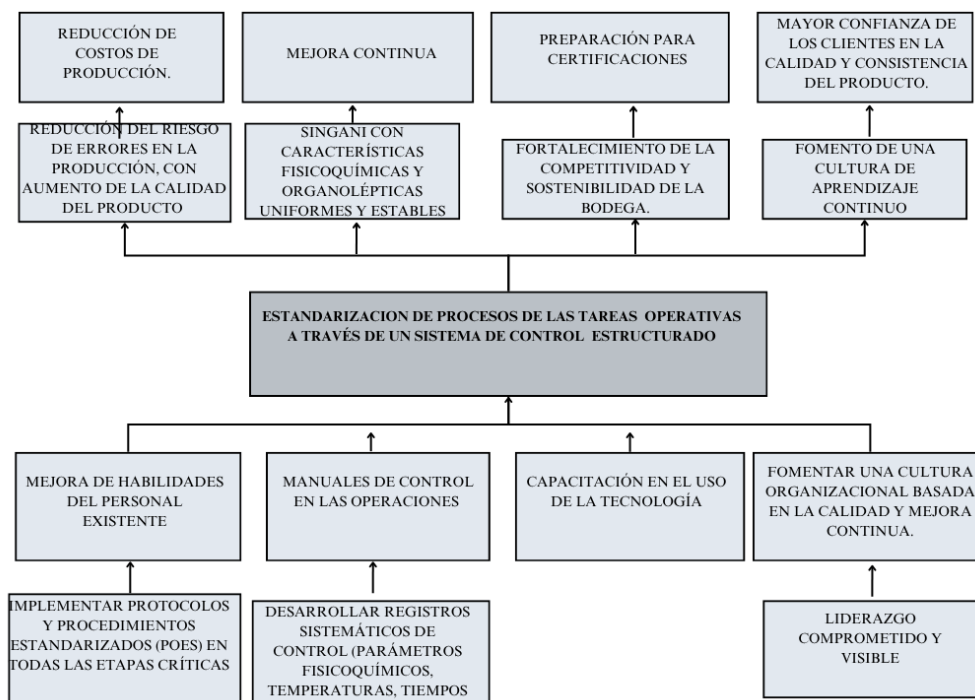
Fuente: Elaboración propia, (2025).

1.2.3 Formulación de pregunta

¿Qué elementos debe considerar un Sistema de Control de Calidad (SCC) para estandarizar y optimizar los procesos operativos de la línea de Singani de Altura de la Bodega Boutique Daroca?

1.2.4 Árbol de soluciones

Figura 2. Árbol de soluciones.



Fuente: Elaboración propia, (2025).

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Elaborar un Sistema de Control de Calidad (SCC) para la línea de Singani de altura en la Bodega Boutique Daroca, mediante la identificación de procesos críticos, la definición de puntos de control y criterios de aceptación conforme a la Norma NB 324001:2015, con el fin de estandarizar los procesos operativos y mejorar continuamente la calidad del producto.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual de los procesos productivos de la línea de singani de altura en la Bodega Boutique Daroca.

- Identificar los puntos de control críticos del proceso productivo que dificultan del flujo del mismo a fin de cumplir la normativa NB 324001 :2015 - Bebidas alcohólicas - Singani
- Establecer procedimientos de control en los puntos problemáticos críticos.
- Definir los parámetros necesarios para asegurar la calidad del producto.
- Proponer las acciones correctivas para las áreas que requieran mejora.
- Realizar el análisis costo - beneficio del proyecto que determine la viabilidad del sistema de control de calidad.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación académica

La implementación de un Sistema de Control de Calidad (SCC) en la línea de Singani de altura de la bodega Boutique Daroca, requiere un enfoque metodológico, analítico y sistémico que coincide plenamente con las competencias profesionales de la Ingeniería Industrial.

Asimismo, esta profesión aporta un enfoque integral que combina criterios técnicos, operativos y estratégicos para asegurar que las mejoras implementadas sean sostenibles, medibles y alineadas con los objetivos organizacionales. Por ello, desde una perspectiva académica, este trabajo debe ser liderado por un ingeniero industrial, ya que garantiza la aplicación de enfoques científicos, herramientas de ingeniería y metodologías robustas para asegurar que el SCC se implemente con rigurosidad técnica, coherencia operativa y orientación a resultados. En consecuencia, la intervención no solo mejora la calidad del singani, sino que también consolida un modelo de gestión sostenible, replicable y alineado con estándares internacionales.

1.4.2 Justificación legal

La implementación de un Sistema de Control de Calidad (SCC) en la línea de Singani de altura de la bodega Boutique Daroca se justifica como un imperativo legal y un pilar estratégico para asegurar la autenticidad y el posicionamiento del producto, alineándose estrictamente con la Norma Boliviana NB 324001 y los marcos regulatorios nacionales.

La Ley N.º 774 de Promoción del Singani establece una obligación explícita de fortalecer la calidad y la competitividad. El diseño del SCC es el medio para cumplir este mandato, estandarizando procesos y tecnologías.

Asimismo, la Denominación de Origen Singani impone requisitos estrictos sobre la uva, las zonas de producción y las condiciones específicas de elaboración. El sistema de control es el mecanismo operativo que garantiza este respeto: establece Puntos Críticos de Control para variables como el metanol, el cobre y el plomo, asegurando que el producto no solo cumpla con la NB 324001, sino que mantenga los estándares de inocuidad y pureza exigidos internacionalmente.

1.4.3 Justificación económica

La implementación de un Sistema de Control de Calidad (SCC) en la línea de Singani de altura de la Bodega Boutique Daroca se fundamenta en una rigurosa estrategia de rentabilidad y eficiencia operativa, es un mecanismo diseñado para maximizar los beneficios económicos de la empresa mediante la reducción de riesgos y el aumento de la competitividad en mercados de alto valor.

El SCC garantiza el control de variables críticas lo que resulta en la eliminación del riesgo de declarar lotes completos como no conformes. Esta prevención de fallas evita el descarte o el costoso reproceso de un destilado de alto valor, transformando el gasto preventivo en un ahorro directo y significativo en los costos de producción.

Asimismo, al asegurar la uniformidad, la pureza y el cumplimiento constante de la NB 324001, el sistema fortalece la marca y sirve como la mejor carta de presentación para la expansión en mercados internacionales. La consistencia del producto permite justificar un precio superior, aumentando los márgenes de ganancia y la cuota de mercado en el segmento *premium*. La solidez y calidad constante del producto final garantizan la continuidad de las ventas y los contratos, lo que a su vez fortalece la economía regional y protege la extensa cadena de valor de la cual depende directamente la bodega.

1.4.4 Justificación personal

La implementación de un Sistema de Control de Calidad (SCC) en la línea de Singani de altura de la Bodega Boutique Daroca, no es solo un proyecto técnico; es un compromiso profundamente ligado a las raíces tarijeñas, el singani representa la identidad, el esfuerzo y la historia de la tierra tarijeña, porque detrás de cada botella hay familias, productores, trabajadores y toda una cadena productiva que sostiene la economía regional.

Por eso, la participación en este proceso no solo busca generar eficiencia y competitividad, sino también aportar directamente al desarrollo de la propia comunidad y contribuir al crecimiento de Tarija desde adentro.

1.4.5 Justificación técnica

La implementación de un Sistema de Control de Calidad (SCC) en la línea de Singani de altura de la Bodega Boutique Daroca se justifica técnicamente por la necesidad de garantizar la conformidad normativa, la estabilidad fisicoquímica del producto y la reproducibilidad entre lotes, en un proceso productivo que involucra variables críticas dentro de los procesos como fermentación, destilación, almacenamiento y envasado.

1.5. Metodología

1.5.1. Enfoque y tipo de investigación

- Investigación descriptiva.

El objetivo principal es describir los elementos específicos que debe contener un SCC para lograr la estandarización y optimización en la Bodega Boutique Daroca, se buscará detallar las características, propiedades y dimensiones de un SCC adaptado a las necesidades particulares de la línea de singani de altura. Esto implicará describir los procesos administrativos y operativos, identificar las áreas críticas para la estandarización y proponer los componentes de un SCC que aborden estas áreas.

- Investigación exploratoria

En la propuesta de un sistema de control de calidad para la Bodega Boutique Daroca, la investigación exploratoria es esencial en etapas iniciales para identificar oportunidades ocultas, formular preguntas más precisas y generar soluciones preliminares. También permite evaluar la viabilidad inicial ante posibles resistencias y familiarizarse con el contexto particular de la bodega, asegurando un diseño realista y adaptado a su cultura, recursos y necesidades específicas.

- Enfoque Mixto

Principalmente cualitativo con posibles elementos cuantitativos complementarios. Para un sistema de control de calidad en una bodega, la investigación debe ser principalmente cualitativa, enfocándose en el análisis descriptivo y exploratorio de procesos, cultura organizacional y prácticas internas mediante la observación y revisión documental. Se puede complementar con elementos cuantitativos como mediciones específicas para validar hallazgos y medir la implementación de controles y resultados, asegurando un enfoque integral y adaptado a la realidad de la bodega.

1.5.2. Métodos y Técnicas de investigación

- **Método analítico**

El método analítico es un enfoque de investigación que implica la descomposición de un todo en sus partes constituyentes para comprender sus interrelaciones y el funcionamiento general del sistema. Esto significa desglosar los complejos procesos de la Bodega Boutique Daroca en sus fases más pequeñas y a su vez, analizar cada fase en términos de actividades, insumos, salidas, responsables, controles y potenciales problemas. Este método permite identificar los puntos críticos, las ineficiencias y las brechas respecto a los requisitos de la NB 320041 y las normativas aplicables. Es esencial para el diagnóstico detallado y para la posterior propuesta de soluciones específicas y procedimientos estandarizados.

1.5.3. Población o sujeto de estudio

Parte estratégica de la empresa: Gerente y supervisores: Esta parte de la población de estudio representa el nivel de liderazgo y toma de decisiones de la Bodega Boutique Daroca. El Gerente es crucial porque posee la visión estratégica, define los objetivos generales y es el responsable último de la implementación y el éxito del SCC. Los Supervisores son vitales porque entienden la operación diaria a un nivel táctico, gestionan al personal y son clave para la implementación de los procedimientos.

Área operativa: Trabajadores del área: Esta parte de la población comprende a todos los empleados que realizan las tareas directas de producción y operan los equipos en la línea de singani. Ellos tienen el conocimiento práctico y detallado de cómo se ejecutan los procesos en el día a día.

1.5.4. Tipo de muestreo

No probabilístico: En el muestreo no probabilístico, la selección de los elementos de la muestra no depende de la probabilidad, sino de criterios del investigador o de la disponibilidad de los sujetos.

Ese tipo de muestreo es el más adecuado para las entrevistas con el gerente, supervisores. Aquí no se busca representatividad estadística, sino la profundidad y riqueza de la información que pueden proporcionar individuos con un conocimiento o rol específico. Se selecciona intencionalmente a quienes pueden aportar más valor al estudio.

1.5.5. Tamaño de la muestra

Para entrevistas (muestreo no probabilístico): La muestra es típicamente pequeña y selectiva. Se entrevista a todos los gerentes, supervisores relevantes porque su número es limitado y su conocimiento es insustituible.

Para cuestionarios a trabajadores (muestreo probabilístico): Para una empresa pequeña, a menudo es factible y preferible realizar un censo. Si el número total de trabajadores en el área operativa es pequeño, se puede considerar a la totalidad de los trabajadores

de la empresa como el sujeto de estudio para los cuestionarios, eliminando la necesidad de un muestreo complejo y garantizando que se escuche la voz de todos.

1.5.6. Recolección de información

La recopilación de información es el pilar sobre el cual se construye cualquier análisis sólido y propuesta de mejora. Para una empresa como Bodega Boutique Daroca, se trata de armar un informe detallado usando piezas de dos grandes categorías: primarias y secundarias (existentes, creadas por otros).

1.5.7. Instrumentos de recolección de información

Observación directa: La observación es una técnica de investigación primaria que implica el examen directo y sistemático de las actividades y comportamientos en el entorno real de la bodega, observar el flujo de la uva en la recepción, las prácticas de higiene del personal durante el embotellado, cómo se realizan las mediciones en la fermentación, o el manejo de los subproductos de la destilación. Esto ayuda a identificar variaciones no declaradas, cuellos de botella o riesgos de contaminación

Entrevistas: Las entrevistas son conversaciones directas y profundas con individuos clave para obtener información de primera mano, percepciones, conocimientos tácitos y experiencias. Pueden ser estructuradas (con un cuestionario fijo), semi-estructuradas (con una guía de temas, pero permitiendo flexibilidad) o no estructuradas (conversaciones abiertas). Entrevistar al enólogo sobre los criterios sensoriales para la cosecha, a los maestros singaneros sobre sus "secretos" de la destilación, al personal de ventas sobre las quejas más comunes de los clientes, o al gerente sobre la visión estratégica y los desafíos de la calidad.

Revisión documental: Esta técnica implica el examen sistemático de documentos y registros para extraer información relevante, identificar patrones, validar datos y comprender las prácticas actuales y pasadas. Se aplica tanto a documentos formales (políticas, procedimientos existentes, organigramas, informes de producción, registros de control de calidad) como informales, analizar registros históricos de cosechas y rendimientos, informes de laboratorio de singanis anteriores, cualquier manual

operativo o de calidad existente, registros de mantenimiento de equipos, o el libro de quejas de clientes para identificar tendencias y recurrencias.

Pautas o listas de chequeo para observación: Para la obtención de información del tipo cuantitativa se utilizan metodologías de estudio estadísticas y numéricas, donde se obtiene información acerca de valores como el peso, la escala y los años, entre otros.

En cambio, para la obtención de información del tipo cualitativa, el tipo de datos obtenidos no tienen que ver con números ni estadísticas, sino con las dinámicas que se suceden en el grupo sobre el cual se está desarrollando la investigación.

Fichas de análisis documental: Plantillas diseñadas para extraer información específica de documentos existentes, permiten sistematizar la revisión de la documentación

Cuestionarios: Instrumentos con preguntas cerradas o abiertas, diseñados para recopilar información de un grupo más amplio de personas de manera estandarizada. Aunque la investigación es principalmente cualitativa, un cuestionario corto podría servir para validar o complementar información cualitativa.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Calidad

2.1.1. Conceptos de calidad

El concepto de calidad ha evolucionado desde un enfoque centrado en la inspección hasta una visión estratégica orientada a la mejora continua. Deming (1988) define la calidad como “un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo costo, adecuado a las necesidades del mercado”. Para este autor, la calidad no es un estado estático, sino un proceso dinámico basado en el cuestionamiento permanente y la mejora continua.

Desde una perspectiva más operativa, Besterfield (2009) sostiene que la calidad implica satisfacer necesidades del cliente considerando factores como disponibilidad, confiabilidad, mantenimiento, seguridad y costo. En este sentido, la calidad se traduce en la capacidad del producto o servicio para cumplir consistentemente con expectativas explícitas e implícitas.

Ishikawa, citado por Carro y Gómez (2012), plantea que la calidad consiste en “Desarrollar, diseñar, producir y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor” (p. 45). Esta definición amplía el concepto hacia una integración entre factores técnicos y humanos, lo cual coincide con lo señalado por Flores-Murillo et al. (2024), quienes destacan que la calidad trasciende especificaciones técnicas para abarcar la experiencia integral del cliente.

Por su parte, Juran (1998) distingue dos dimensiones complementarias de la calidad: Calidad orientada a ingresos, relacionada con características que satisfacen al cliente, y calidad orientada a costos, asociada a la ausencia de fallas. Esta dualidad permite comprender la calidad como generadora de valor y, simultáneamente, como mecanismo de reducción de pérdidas.

La norma ISO 9000:2015 define calidad como: el “Grado en el que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos”. Esta definición introduce el concepto de cumplimiento normativo y gestión sistemática como pilares del aseguramiento de la calidad.

2.2. Costos de la calidad

Los costos de la calidad (Cost of Quality, COQ) comprenden los recursos destinados a prevenir defectos, evaluar la conformidad y corregir fallas. Según ISO 9000:2015, estos costos incluyen inversiones en medición, capacitación, control documental y seguimiento de procesos.

Juran (1998) clasifica los costos de calidad en prevención, evaluación y fallas (internas y externas), destacando que una adecuada planificación reduce significativamente los costos derivados de errores.

2.2.1. Costos de no calidad

Los costos de no calidad corresponden a gastos derivados del incumplimiento de requisitos. ISO 9000: 2015 señala que estos incluyen reprocesos, devoluciones, desperdicios y pérdida de reputación. Cuando estos costos representan una proporción significativa del gasto total, es necesario aplicar análisis de causa raíz para corregir fallas estructurales del proceso (Juran, 1998).

2.3. Control de calidad

Besterfield (2009) define el control de calidad como la aplicación de técnicas y actividades destinadas a lograr, mantener y mejorar la calidad. Este proceso abarca especificación, diseño, producción, inspección y retroalimentación, con el objetivo de proporcionar el mejor producto al menor costo posible.

El Control Estadístico de Procesos (CEP), desarrollado inicialmente por Shewhart y posteriormente difundido por Deming, constituye una herramienta fundamental para reducir variabilidad mediante análisis de datos y cartas de control (Besterfield, 2009).

El control de calidad contribuye a:

- Satisfacción del cliente: El control de calidad ayuda a garantizar que los productos o servicios cumplan con las expectativas del cliente. Si los productos o servicios no cumplen con los estándares de calidad, puede provocar una disminución de la satisfacción del cliente y la pérdida de negocios.
- Eficiencia operativa: El control de calidad también ayuda a mejorar la eficiencia operativa. Al detectar y corregir problemas en el proceso de producción o prestación de servicios, se pueden reducir los tiempos de inactividad y mejorar la productividad.
- Reducción de costos: El control de calidad puede ayudar a reducir los costos a largo plazo. Al detectar y corregir problemas temprano en el proceso de producción, se pueden evitar costos adicionales asociados con la corrección de problemas más adelante.

2.3.1. Control de Calidad según ISO 9001:2015

La norma ISO 9000:2015 define el control de calidad como parte de la gestión orientada al cumplimiento de requisitos (ISO 9001:2015). La norma ISO 9001:2015 establece requisitos relacionados con:

- Planificación y control operacional: La organización debe definir los procesos de producción o prestación de servicios, con controles específicos para garantizar la conformidad del producto o servicio. Esto incluye el control de entradas, procesos, y salidas para evitar defectos.
- Evaluación y medición: Se deben establecer mecanismos para monitorear, medir y analizar los procesos y productos, incluyendo auditorías internas y seguimiento de la satisfacción del cliente, que permitan verificar que el sistema está funcionando correctamente y cumplir los objetivos de calidad.

- Gestión de recursos: Definir y mantener los recursos adecuados, como personal capacitado, infraestructura y ambiente de trabajo, para asegurar que el control de calidad pueda realizarse de manera efectiva.
- Acciones correctivas y mejora continua: Detectar y gestionar no conformidades, implementar acciones correctivas para eliminar las causas de errores y fomentar la mejora continua en todos los niveles de la organización.

Estos elementos estructuran un sistema preventivo y sistemático de aseguramiento de calidad.

2.4. Sistema de control de calidad

Un sistema de control de calidad (SCC) integra procedimientos, recursos, registros y métodos estadísticos para garantizar conformidad normativa y mejora continua. Según Raffino (2025), el control de calidad implica la evaluación sistemática del proceso productivo con el fin de cumplir estándares legales y sectoriales.

La implementación de un SCC permite minimizar errores, reducir variabilidad y fortalecer la competitividad empresarial.

2.4.1 Componentes de un sistema de control de calidad

2.4.1.1 Punto crítico de control

Un Punto Crítico de Control (PCC) es una etapa en un proceso donde se puede aplicar un control para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable un riesgo significativo. En la gestión de calidad, identificar y controlar los PCC es vital para la seguridad y la calidad del producto. Para cada PCC, se establecen límites críticos que no deben ser excedidos. Si los límites se sobrepasan, indica una pérdida de control del proceso (ISO, 2015)

2.4.1.2 Variables

Las variables son características cuantificables como temperatura, peso o concentración química (Betancourt, 2015). Su control se realiza mediante cartas $\bar{X}$, R y S para monitorear tendencia central y variabilidad (Besterfield, 2009) como ser:

- ✓ Gráfica de medios ($\bar{X}$): Muestra el promedio de subgrupos para monitorear la tendencia central del proceso.
- ✓ Gráfica de rango (R): Indica la variabilidad dentro de cada subgrupo midiendo la diferencia entre el valor máximo y mínimo.
- ✓ Gráfica combinada $\bar{X}$ -R: Permite controlar simultáneamente la media y la variabilidad del proceso.
- ✓ Gráfica de desviación estándar (S): Similar a la R, pero utiliza la desviación estándar como medida de variabilidad.

2.4.1.3. Atributos

Los atributos son características cualitativas de un producto o proceso que se evalúan mediante inspección visual o una verificación de presencia/ausencia. A diferencia de las variables, los atributos no se miden en una escala continua, sino que se clasifican en categorías (por ejemplo, "aceptable/no aceptable", "con defecto/sin defecto"). El control por atributos es común en inspecciones de calidad donde se determina si un artículo cumple o no con un estándar. (Betancourt, D. F. (2015).

- **Gráficas de control por atributos**

Evalúan características cualitativas o discretas, como el número de defectos o la presencia/ausencia de una característica. Los tipos principales son:

- ✓ Gráfica P: Controla la proporción de unidades defectuosas en muestras.
- ✓ Gráfica NP: Controla el número de unidades defectuosas cuando el tamaño de muestra es constante.
- ✓ Gráfica C: Controla el número de defectos por unidad cuando el área de oportunidad es constante.
- ✓ Gráfica U: Controla el número de defectos por unidad en muestras con diferentes tamaños

2.4.1.4 Distribución normal y desviación estándar

Carl Friedrich Gauss (1872) definió la distribución normal como una función matemática que describe la curva en forma de campana que representa la probabilidad

de ocurrencia de valores alrededor de un medio, caracterizada por su simetría y determinada por la media y la desviación estándar. Su trabajo formalizó la ecuación de esta curva, conocida como "campana de Gauss".

Karl Pearson (1894) definió la desviación estándar como una medida fundamental de dispersión que indica cuánto se alejan los datos respecto a la media, formalizando su cálculo como la raíz cuadrada de la varianza, y enfatizando su utilidad para describir la dispersión en datos continuos.

2.4.2. Documentación y Estandarización

2.4.2.1. Estandarización

La estandarización es el proceso de establecer normas y procedimientos uniformes para ejecutar actividades dentro del sistema de calidad. Busca asegurar que los procesos se realicen de manera consistente, eficiente y con resultados predecibles. En el contexto de ISO 9001, la estandarización facilita el cumplimiento de requisitos y la mejora continua al tener procedimientos claros, uniformes y controlados que minimizan la variabilidad y errores en la producción o prestación de servicios, (Carriel Palma, R. J., Barros Merizalde, C. K., & Fernandez Flores, F. M. 2018).

2.4.2.2. Fichas Técnicas

Las fichas técnicas contienen la descripción detallada de las características fundamentales de materiales, componentes o productos. Incluyen información como composición, propiedades físicas y químicas, dimensiones, tolerancias y criterios de aceptación. Estas fichas son esenciales para estandarizar y controlar la calidad en materias primas y productos terminados, asegurando que se utilice información precisa para la inspección y control. (Padron Robaina. 2002)

2.4.2.3. Manuales de procedimientos

Besterfield (2009) define los manuales de procedimientos como documentos formales que describen paso a paso cómo se deben realizar las actividades dentro de un proceso para cumplir con las normas de calidad. Son herramientas de capacitación y referencia

que garantizan la uniformidad y coherencia en la ejecución de tareas y procesos. Estos manuales son parte integral del sistema de aseguramiento y control de calidad.

2.4.2.4. Cursogramas analíticos

Besterfield (2009) define los cursogramas analíticos son diagramas de flujo detallados que representan de manera visual y secuencial cada operación de un proceso y permiten analizar y entender la secuencia y toma de decisiones en el proceso, identificando puntos críticos y oportunidades de mejora. Besterfield enfatiza que estos cursogramas ayudan a estandarizar y controlar mejor los procesos facilitando la identificación de posibles fuentes de variación o errores.

2.4.3. Inspección y Monitoreo

2.4.3.1. Desarrollo del plan de inspección

Según Joseph M. Juran (1998), uno de los grandes gurús de la calidad, el plan de inspección es parte integral del control de calidad dentro de su famosa “Trilogía de Calidad”, que consta de planificación, control y mejora. En el enfoque de Juran, el plan de inspección debe abordar los estándares de calidad que se utilizan para evaluar la conformidad y asegurar que los productos o procesos cumplan con los requisitos definidos.

El plan de inspección se basa en controlar las características definidas durante la planificación de la calidad para asegurar que se cumplan las especificaciones, debe identificar claramente qué se inspecciona, con qué métodos, en qué etapas, con qué frecuencia y los criterios de aceptación y rechazo, Juran enfatiza la importancia de que la inspección no sea un proceso aislado sino parte de un sistema más amplio que incluye la prevención de defectos y la mejora continua.

La inspección según Juran es una herramienta para detectar desviaciones y evitar que productos defectuosos lleguen al cliente, pero no debe ser la única estrategia, sino complementarse con métodos de control y mejora, además propone que una gestión efectiva de la calidad comienza con la identificación de quiénes son los clientes y cuáles

son sus necesidades, las cuales se traducen en especificaciones que luego se controlan mediante inspecciones planificadas dentro del sistema global de calidad

2.5 Control de procesos y productos suministrados externamente

Según H. Dale Besterfield (2009), el control de procesos se refiere a un conjunto de técnicas y herramientas estadísticas aplicadas para monitorear y controlar un proceso productivo con el fin de asegurar que se mantenga dentro de límites establecidos y produzca resultados conformes con las especificaciones. Besterfield destaca que el Control Estadístico de Procesos (CEP) ayuda a identificar y reducir la variabilidad causada por factores asignables, permitiendo mantener el proceso en un estado estable y dentro de control.

El control de procesos implica medir características de calidad, comparar datos con estándares definidos y aplicar acciones correctivas cuando se detectan desviaciones. Es un enfoque basado en la mejora continua para optimizar la calidad y eficiencia del proceso, minimizando defectos y desperdicios.

2.5.1. Control de producción

El control de producción, según los autores más conocidos de la calidad como Walter A. Shewhart y W. Edwards Deming, se basa en la aplicación de técnicas para monitorear y gestionar los procesos productivos con el fin de mantener la calidad y eficiencia.

2.5.2. Control de salidas no conformes

El control de salidas no conformes se refiere a la gestión de productos o servicios que no cumplen con los estándares de calidad establecidos, generando costos significativos para las organizaciones. Los costos de no conformidad incluyen fallas internas y externas que afectan márgenes operativos, rentabilidad y liquidez, pero frecuentemente permanecen ocultos en los sistemas contables tradicionales (Sánchez Caguana, 2025)

2.6. Herramientas de control de calidad

Las siete herramientas básicas de la calidad son un conjunto fundamental de técnicas utilizadas para la identificación, análisis y solución de problemas en procesos

productivos. Según Lins (1993), estas herramientas incluyen el flujograma, la hoja de verificación, el gráfico de Pareto, el diagrama de causa y efecto, el gráfico de tendencia, el histograma, la carta de control y el gráfico de dispersión. Neyestani (2017) destaca que el Dr. Kaoru Ishikawa fue el pionero en desarrollar y promover el uso de estas siete herramientas de control de calidad para la resolución de problemas y mejora de procesos organizacionales. Sokovic y cols. (2009) demuestran que estas herramientas pueden aplicarse en todas las fases del proceso, desde el desarrollo del producto hasta la gestión de la producción y entrega, integrándose efectivamente en metodologías como PDCA, Six Sigma y Lean Six Sigma. Villa-Uvidia et al. (2021) enfatizan la importancia de su correcta aplicación en el sector industrial para mantener la competitividad empresarial.

2.6.1. Hojas de Verificación

Una hoja de verificación de herramientas de calidad es un documento que se utiliza para realizar un seguimiento de los resultados de las inspecciones o auditorías. Se puede utilizar para registrar datos sobre productos, procesos o servicios. Una hoja de verificación también puede denominarse hoja de conteo, formulario de recopilación de datos u hoja de trabajo.

El propósito de una hoja de verificación es proporcionar una forma sistemática de recopilar y organizar datos. Este tipo de herramienta se utiliza a menudo en entornos de fabricación y control de calidad. Las hojas de verificación pueden ayudar a identificar tendencias y problemas que pueden no ser evidentes de inmediato.

Hay cuatro tipos diferentes de hojas de verificación: conteo, inspección, ubicación y proceso.

- Las hojas de verificación de conteo se utilizan para rastrear la ocurrencia de eventos específicos. Por ejemplo, se puede usar una hoja de control de conteo para contar el número de defectos en una línea de producción.
- Las hojas de verificación de inspección se utilizan para realizar un seguimiento de los resultados de las inspecciones. Por ejemplo, se puede usar una hoja de control

de inspección para registrar las dimensiones de las piezas durante una inspección de control de calidad.

- Las hojas de verificación de ubicación se utilizan para rastrear la ubicación de elementos o eventos. Por ejemplo, se puede usar una hoja de verificación de ubicación para registrar el paradero de las herramientas en una fábrica.
- Las hojas de verificación de proceso se utilizan para realizar un seguimiento del rendimiento del proceso. Por ejemplo, se puede usar una hoja de verificación de proceso para registrar el tiempo de ciclo de una máquina o la tasa de material de desecho producido por un proceso de fabricación.

2.6.2. Diagrama de Ishikawa

Según Kaoru Ishikawa (1943), el diagrama de Ishikawa es una herramienta visual y estructurada para la resolución de problemas que permite identificar y analizar las causas raíz de un problema o efecto no deseado.

El diagrama toma la forma de un esqueleto de pez, donde la "cabeza" simboliza el problema o efecto, y las "espinas" que se desprenden representan categorías principales de causas, las cuales a su vez pueden subdividirse en causas secundarias. Ishikawa creía que todos los problemas surgen de errores o ineficiencias en alguna parte del flujo de trabajo, y mediante este diagrama es posible localizar ese origen para corregirlo de manera efectiva.

2.6.3. Histograma

Según Joseph M. Juran (1998), un histograma es una herramienta gráfica que representa la distribución de frecuencias de un conjunto de datos, mostrando cómo se distribuyen esas observaciones a lo largo de diferentes intervalos o clases. Es una gráfica de barras que permite visualizar la variabilidad de un proceso o característica, facilitando la identificación de patrones, tendencias o problemas de calidad en el proceso productivo.

Para Juran, el histograma es fundamental en el control de calidad porque permite analizar cómo se dispersan las medidas o valores de una variable, ayudando a entender

la variabilidad propia del proceso y así tomar decisiones para mejorar y controlar la calidad. Según su enfoque, la calidad debe ser planificada y controlada mediante el análisis de datos estadísticos, y el histograma es un instrumento básico para ese análisis.

2.6.4. Análisis de Pareto

Según Vilfredo Pareto (1986), el diagrama de Pareto es una herramienta gráfica que organiza datos en forma de barras ordenadas de mayor a menor, mostrando la frecuencia o impacto de diferentes causas o problemas. Este diagrama es una representación visual del principio de Pareto o regla 80/20, que establece que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas.

Vilfredo Pareto, economista y sociólogo italiano, obtuvo originalmente que el 80% de la riqueza en Italia estaba en manos del 20% de la población, lo que lo llevó a postular este principio, aplicable también a problemas de calidad o gestión.

2.6.5. Diagrama de Dispersión

Según Joseph M. Juran (1998), un diagrama de dispersión es una herramienta gráfica que representa pares de datos (x, y) en un plano cartesiano con el propósito de analizar la relación entre dos variables. Juran destaca que el diagrama de dispersión es útil para:

- Establecer si existe relación entre dos variables.
- Modelar la naturaleza de esa relación.
- Ayudar a identificar causas raíz a través del análisis visual y estadístico.

Esta herramienta es fundamental para entender la causalidad en problemas de calidad, ayudando a vincular variables para tomar decisiones basadas en evidencia concreta y visual. Juran la considera una puerta para explicar la causalidad y para el análisis profundo en la mejora continua y control de calidad.

2.6.6. Diagrama de flujo de proceso

Según Joseph M. Juran (1998), un diagrama de flujo de proceso es una representación gráfica que ilustra las etapas o pasos secuenciales y detallados de un proceso, mostrando cómo se convierte un insumo en un producto o servicio terminado. Este diagrama ayuda a entender el proceso completo, identificar posibles puntos de control,

ineficiencias, errores o cuellos de botella, y sirve como base para la planificación, control y mejora de la calidad.

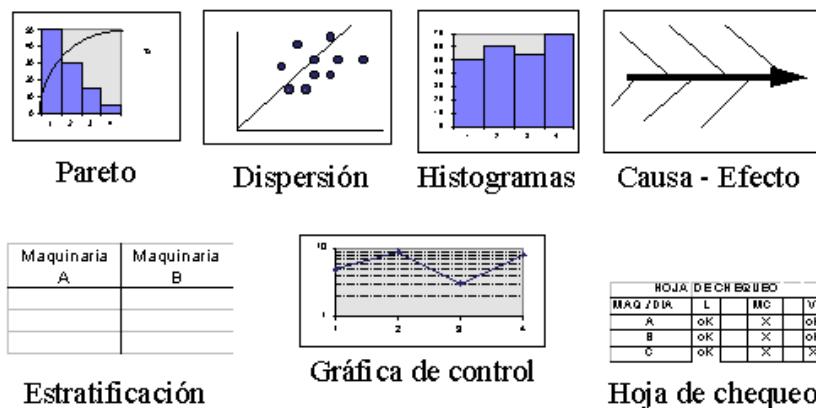
Juran enfatiza que el uso de diagramas de flujo es parte integral de la planificación y control de calidad, porque permite visualizar el proceso, facilitando la identificación de dónde se pueden aplicar controles o mejoras específicas. Es una herramienta para comunicar claramente el flujo de trabajo y para coordinar esfuerzos en la gestión de la calidad dentro de una organización

2.6.7. Diagrama de tendencias

Según Joseph M. Juran (1998), un diagrama de tendencias es una representación gráfica que muestra la evolución de una variable a lo largo del tiempo. Este tipo de diagrama permite visualizar patrones, comportamientos o cambios en los datos, facilitando la identificación de tendencias ascendentes, descendentes o estables.

Juran utiliza el diagrama de tendencias como una herramienta para el control y la mejora de la calidad, ya que, al observar la evolución de un proceso o indicador, se pueden anticipar problemas, detectar cambios significativos y evaluar el impacto de las acciones correctivas o mejoras implementadas. Así, el diagrama de tendencias ayuda a planificar y controlar el rendimiento de manera efectiva.

Figura 3. Las siete herramientas básicas de la calidad.



Fuente: Google imágenes.

2.7 Normativas y Certificaciones

2.7.1. La Norma Boliviana NB 324001:2015 Bebidas alcohólicas - Singani –

Requisitos

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el singani para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano, esta norma solo se aplica a bebidas destiladas provenientes de la fermentación alcohólica de la uva.

2.7.2. Norma Boliviana NB/ISO 2859-1 Procedimientos de muestreo para inspección por atributos.

La inspección por atributos es un método de control de calidad que clasifica productos en categorías aceptable/defectuoso según atributos cualitativos sí/no, usando muestreo aleatorio para decidir si aceptar o rechazar lotes, basándose en tablas de muestreo (como las normas NB/ISO 2859-1 o MIL-STD-105E) para determinar la conformidad sin revisar cada unidad, ideal para lotes grandes al reducir costos y tiempo.

2.7.3 Norma Boliviana NB/ISO 3951-2:2015 Procedimientos de muestreo para inspección por variables

Especificación general para los planes de muestreo simples tabulados según el nivel de calidad aceptable (NCA) para inspección lote por lote de características de calidad independientes (Correspondiente a la norma ISO 3951-2:2013).

2.7.4 Norma Boliviana NB 322002:2024 Vinos - Requisitos (Cuarta revisión)

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir el vino para ser utilizado como bebida alcohólica apta para el consumo humano. Esta norma debe aplicarse también al vino importado.

2.8 Singani

Bebida alcohólica genuina boliviana, obtenida exclusivamente por destilación de vinos provenientes de uvas *Vitis vinífera* producidas en zonas de altura mínima 1600 m.s.n.m., producidos, destilados y embotellados en las zonas productoras tradicionales de origen, según la legislación vigente. (NB 324001:2015).

2.8.1 Tipos de singani según la norma NB 324001:2015

a) Singani de altura

Es la bebida alcohólica obtenida por destilación de vino 100% natural proveniente exclusivamente de la fermentación alcohólica de la uva variedad Moscatel de Alejandría, producidos en una altura mínima de 1600 m.s.n.m., elaborados, destilados, embotellados y/o añejados en las zonas de producción de origen. (NB 324001:2105)

b) Singani de primera selección

Es la bebida alcohólica obtenida por destilación de vino y/o vinos de orujos provenientes exclusivamente de la fermentación alcohólica de las uvas blancas, producidas en una altura mínima de 1600 m.s.n.m., elaborados, destilados, embotellados en las zonas de producción de origen. (NB 324001:2105)

a) Singani de segunda selección

Es la bebida alcohólica obtenida por destilación de vino y/o vinos de orujos provenientes exclusivamente de la fermentación alcohólica de una o varias variedades de uvas *Vitis vinífera*, producidos en una altura mínima de 1600 m.s.n.m., elaborados, destilados, embotellados en las zonas de producción de origen. (NB 324001:2105)

2.8.2 Características fisicoquímicas del singani según la norma NB 324001:2015

- Grado Alcohólico Volumétrico: El singani debe tener un contenido alcohólico que generalmente oscila entre 38% y 46% vol. (grados Gay-Lussac) a 20°C. El valor más comúnmente asociado al singani "estándar" es 40% vol.
- Densidad: La densidad del singani está directamente relacionada con su grado alcohólico y la presencia de otros componentes disueltos.
- Componentes Volátiles Congéneres (Límites de Impurezas): Estos compuestos se forman durante la fermentación y la destilación, y en cantidades controladas, contribuyen al aroma y sabor del singani. Sin embargo, en exceso pueden ser perjudiciales o indicar una mala elaboración.

- Acidez Total: Generalmente hasta 750 mg/L (expresado como ácido acético). Indica la presencia de ácidos volátiles y fijos. Un nivel adecuado contribuye a la frescura, mientras que un exceso puede indicar defectos.
- pH: El pH del singani tiende a ser ligeramente ácido, generalmente entre 4.00 y 6.00. Este parámetro influye en la estabilidad del producto y en la percepción de su sabor.
- Extracto Seco Total: Mide los sólidos disueltos no volátiles que quedan después de evaporar el alcohol y el agua. En el singani, que es un destilado puro, este valor debe ser muy bajo, lo que indica la ausencia de azúcares añadidos u otras sustancias no deseadas.
- Metales Pesados- Plomo y Cobre: Se establecen límites máximos muy estrictos para metales como el plomo y el cobre, para garantizar la inocuidad del producto. El cobre puede provenir de los alambiques, por lo que su control es importante.

Tabla 1. Características físico químicas del singani.

Parámetro	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Densidad	(g/ml)	De acuerdo al singani		NB 320002
Alcohol (Singani de altura)	%(v/v)	37	45	NB 320003
Alcohol (singani de primera y segunda)	%(v/v)	35	42	NB 320003
Extracto seco total	g/l	De acuerdo al singani		NB 320005
Cobre	mg/l	0	6	CODEX
Ph	-	3,5	6	NB320006
Anhidrido sulfuroso total	mg/l	0	10	NB320007
Acidez volátil (ácido acético)	mg/l	0	1000	NB 320004
Metanol	mg/l	0	750	NB 324010
Furfural	mg/l	0	50	CODEX
Esteres	mg/l	10	2000	NB 324008
Aldehídos	mg/l	20	600	NB 320009
Alcoholes superiores	mg/l	150	1200	CODEX
Plomo	mg/l	0	0.3	NB 324011

Fuente: (NB 324001:2015)

2.8.3. Características organolépticas del singani según la norma NB 324001:2015

- **Aspecto (Vista)**

Claridad: El Singani debe ser claro y límpido, no debe presentar turbidez, partículas en suspensión ni sedimentos. Una correcta filtración y un buen proceso de destilación son fundamentales para lograr esta característica.

Brillo: Debe ser brillante y cristalino, un destilado de calidad refleja la luz de manera nítida, indicando pureza y ausencia de aceites o componentes volátiles indeseables.

Color: El Singani es incoloro. Cualquier tonalidad amarillenta o verdosa en un singani joven indicaría la presencia de impurezas, un almacenamiento inadecuado o contacto con materiales no permitidos. Los singanis añejados en madera podrían adquirir ligeros tonos dorados, pero la norma se refiere al producto base.

- **Olfato (Aroma)**

Dominancia Varietal: El aroma característico y predominante del Singani es el de la uva Moscatel de Alejandría. Este aroma se describe como franco, intenso y limpio, con notas florales y frutales muy distintivas.

Terpenos: La presencia de compuestos aromáticos conocidos como terpenos (como el linalol, geraniol y nerol) compuestos volátiles que provienen de la piel de la uva y aportan notas cítricas, florales y suaves, manteniendo la esencia de la fruta.

- ✓ Notas florales-Geraniol: Rosa, azahar, jazmín.
- ✓ Notas cítricas-Linalol: Cáscara de limón, naranja.
- ✓ Notas frutales-Nerol: Uva fresca, lichi, durazno.

Ausencia de defectos: No debe presentar aromas a azufre, humedad, moho, disolvente, acetona u otros olores extraños que denoten una fermentación o destilación deficiente.

- **Gusto (Sabor)**

Fino y Suave: En boca, el Singani debe ser fino, elegante y suave, con una sensación agradable al paladar. Esto se logra mediante una destilación precisa que elimina los componentes más ásperos y los alcoholes superiores indeseables.

Aterciopelado: A menudo se describe como aterciopelado o untuoso, una sensación que contribuye a su facilidad de consumo y que está relacionada con la presencia controlada de glicerina y otros compuestos.

Equilibrio Estructural: Debe presentar un equilibrio armonioso entre la percepción del alcohol, la acidez y las notas aromáticas. El alcohol debe integrarse bien, sin una sensación de ardor excesiva.

Persistencia Aromática: Los aromas percibidos en nariz deben replicarse en boca y tener una persistencia agradable (retrogusto), dejando una memoria sensorial duradera del Moscatel de Alejandría.

Ausencia de Sabores Extraños: No debe tener sabores amargos, metálicos, astringentes, picantes en exceso o cualquier otra nota desagradable que indique defectos en la materia prima o el proceso.

Tabla 2. Características organolépticas del singani, según su tipo.

Requisitos organolépticos	Singani		
	Singani de altura	Singani de primera	Singani de segunda
Descripción			
Aspecto	Límpido y/o brillante	Claro, límpido y/o brillante	Claro, límpido y/o brillante
Color	Incoloro (ámbar, si es añejado)	Incoloro	Incoloro
Olor	Predomina el aroma a la variedad moscatel de Alejandría (Terpenos), si es añejado aromas típicos de la madera utilizada	Intensidad aromática media o ligera	Intensidad aromática media o ligera
Sabor	Fino, suave, aterciopelado con estructura equilibrada,	Intenso bien definidos	De gusto agradable

Fuente: (NB 324001:2015)

2.8.4 Etiquetado

La etiqueta o rótulo utilizado en la comercialización de singani, debe contener como mínimo la siguiente información:

Etiquetado para comercialización

- Nombre del producto
- Marca
- Nombre o razón social y dirección del fabricante o importador en el caso de alimentos importados
- Grado alcohólico en grados Gay Lusac %v/v
- Lugar y país de origen
- Número de registro sanitario
- Contenido Neto
- Identificación de Lote
- Código o número de registro tributario

Estos son los requisitos mínimos según la NB 324001:2105 para la comercialización adecuada del producto

CAPÍTULO III

SITUACIÓN ACTUAL DE LA

EMPRESA

3. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1 Identificación de la empresa

Bodega Boutique Daroca es una empresa tradicional pero innovadora en la producción de vinos y singanis en Tarija, Bolivia, con una larga historia, un compromiso con la calidad y la promoción de la cultura vitivinícola local, y una creciente presencia a nivel nacional e internacional.

La Bodega Boutique Daroca se la considera una micro empresa según la Ley N°947 de Micro y Pequeñas Empresas, del 11 de mayo de 2017, las Micro y Pequeñas Empresas, se caracterizan en función de las ventas anuales, patrimonio y personal ocupado, indicado en el Decreto Supremo N°3567, 24 de mayo de 2018.

Tabla 3. Clasificación de las empresas.

	Ventas Anuales	Patrimonio	Personal Ocupado
Micro empresa I	Hasta 80.000 Bs	Hasta 74.189 Bs	1
Micro empresa II	Hasta 400.000 Bs	Hasta 319.000 Bs	5
Micro empresa III	Hasta 700.000 Bs	Hasta 420.000 Bs	10
Pequeña empresa IV	Hasta 2.450.000 Bs	Hasta 1.400.000 Bs	30

Fuente: Elaboración propia, (2025).

3.1.1 Empresa

Tabla 4. Información de la empresa.

Ítems	Características
Nombre de la empresa	Viñedos y Bodega Boutique Daroca
Tipo de empresa	Sociedad Anónima
Gerente propietario	Ing. Oscar Daroca Molina
Numero de referencia	76190938
Departamento	Tarija

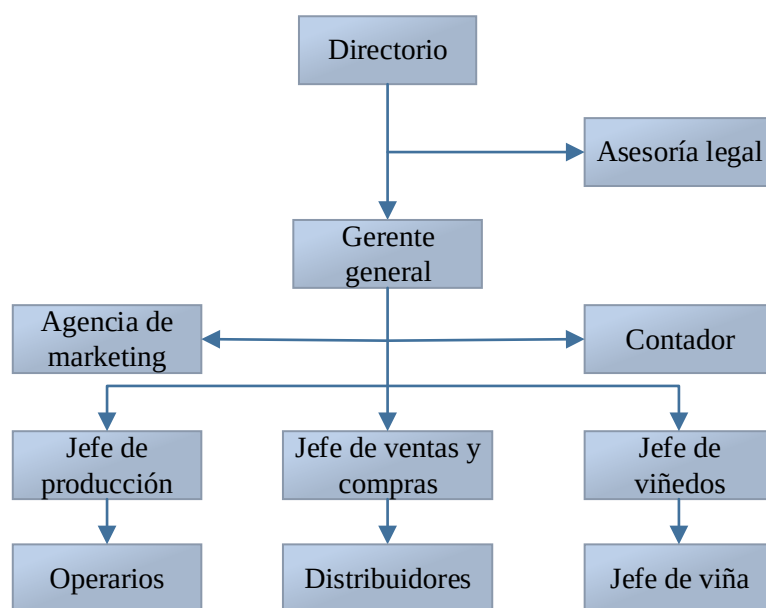
Fuente: Bodega Boutique Daroca, (2025)

Misión: Elaborar y comercializar vinos y destilados de alta calidad, con identidad boliviana, controlando cuidadosamente cada etapa del proceso productivo desde la viña hasta la botella, y ofreciendo experiencias enoturísticas que promuevan la cultura vitivinícola de Tarija, con un compromiso ético, sostenible y orientado al cliente.

Visión: Consolidarse como la bodega boutique líder de Bolivia, reconocida por la excelencia de sus productos y experiencias, ampliando su presencia en el mercado nacional e internacional, e impulsando el desarrollo enológico, cultural y turístico del Valle Central de Tarija.

3.2 Organización

Figura 4. Organigrama de la estructura organizacional de la empresa.

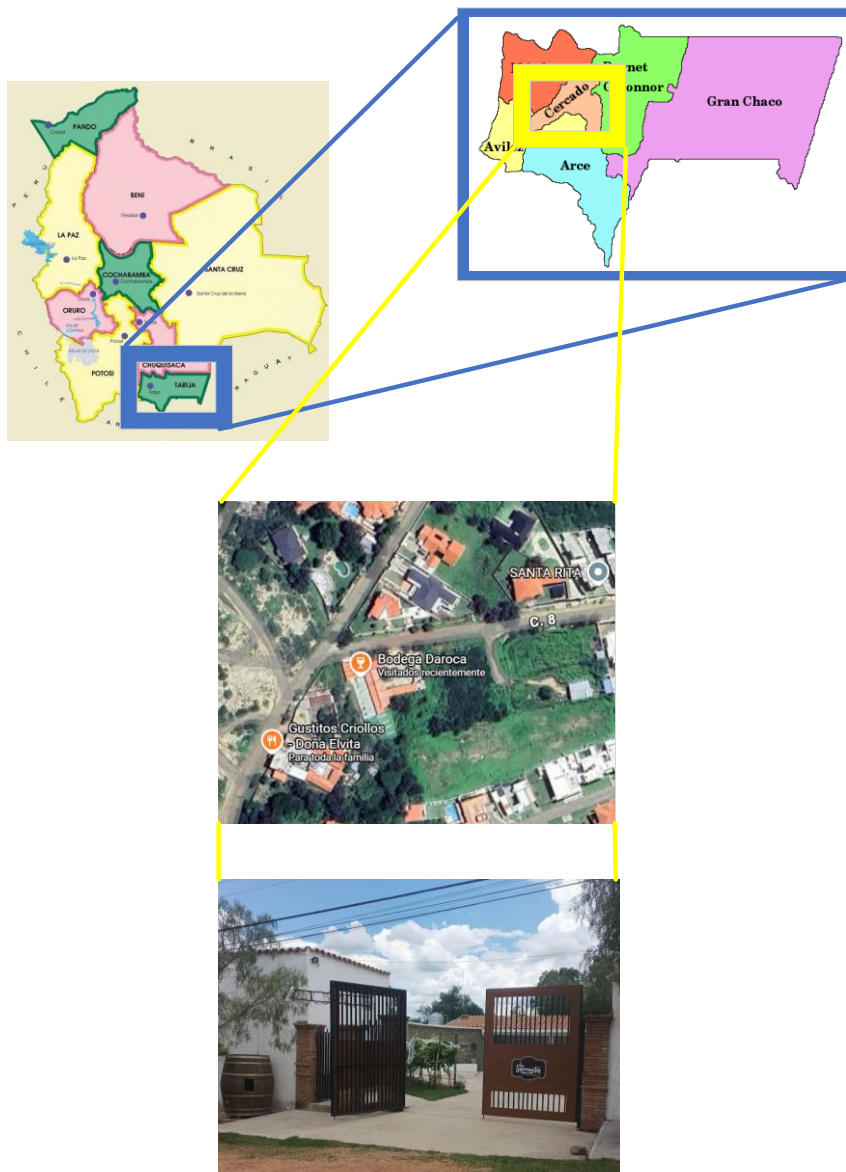


Fuente: Bodega Boutique Daroca, (2025)

3.3 Ubicación

La Bodega Boutique Daroca cuenta con dos haciendas: Finca “La Deseada” ubicada en Pampa La Villa Chica, Valle de la Concepción y “Don Valdín”, ubicada en Colón, Provincia Uriondo

Figura 5. Ubicación geográfica de la Bodega.



Fuente: Google Images

3.4 Productos o servicios

Tabla 5. Descripción de los productos del La Bodega Boutique Daroca.

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	
	Singañac Gran Daroca	
	Presentación: 750 ml 40% vol Doble destilado premium	Precio: 250 Bs.
	Singani Premium	
	Presentación: 750 ml 40 % vol Singani premium de altura, doble destilado	Precio: 70 Bs.
	Singani Etiqueta Roja	
	Presentación: 750 vol 40% Singani de primera	Precio: 50 Bs.
	Vino Syrah	
	Presentación: 750 ml 12% vol	Precio: 50 Bs.
	Vino Oporto Amielado	
	Presentación: 750 ml 12% vol	Precio: 30 Bs.
	Vino Blend	
	Presentación: 750 ml 12% vol Vino premium cosecha 2024	Precio: 30 Bs

Fuente: Elaboración propia, (2025).

3.5 Maquinaria y equipo

Tabla 6. Descripción de maquinaria y equipos.

MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN
	Depósitos inoxidables para fermentación
	Los "tanques siempre llenos" son tanques de almacenamiento con 800L de capacidad diseñados para eliminar la cámara de aire en la parte superior, mejorando las condiciones para la fermentación del vino tinto.
	Barricas de roble francés y americano
	Recipientes de madera, principalmente de roble, utilizados en la elaboración del singañac para su crianza y envejecimiento. La madera de roble aporta al destilado características únicas que lo enriquecen y mejoran su calidad.
	Tanque de polietileno de alta densidad (HDPE)
	Son tanques de almacenamiento de 1800L, 1000L utilizados para la fermentación del vino base, recepción de destilados, trasiegos, etc.
	Destiladora (Alambique de Cobre)
	Utilizado para la destilación del vino base, mediante un proceso de evaporación por calentamiento y posterior condensación por enfriamiento.
	Bomba centrífuga
	Transforma la energía eléctrica en fuerza centrífuga para mover un líquido de un lugar a otro de 1,2 hp de potencia. Es utilizada en decantaciones, trasiegos, remontajes, etc.

MAQUINARIA	DESCRIPCIÓN
	Filtro Equipo que filtra el vino o destilado por medio de placas de cartón con poros para retener cualquier agente en suspensión.
	Embotelladora Equipo encargado de introducir el vino o destilado en cada botella, funciona por gravedad con flujo constante.
	Encorchadora Herramienta utilizada para insertar tapones de corcho en botellas, su funcionamiento es con presión manual.
	Pistola de aire caliente Aparato utilizado para transferir calor y sellar los capuchones termo contraíbles en la boca de la botella
	Soportes de botella Soportes de madera que colocan a la botella en posición para su etiquetado manual.
	Soplete Utilizado para sellar los empaques de plástico termo contraíble para formar paquetes de 6 unidades (six pack)

Fuente: Elaboración propia, (2025).

3.6 Materia prima e insumos

Tabla 7. Descripción de la materia prima.

MATERIA PRIMA	DESCRIPCIÓN
	Uva moscatel de Alejandría
	Especiales para la elaboración de singani, reconocida por su perfil aromático y alto contenido de azúcares, lo cual favorece una buena destilación.
	Uva Syrah y Tannat
	Seleccionadas por sus propiedades enológicas que aportan estructura, color y complejidad al producto final
INSUMOS ENOLÓGICOS	DESCRIPCIÓN
	Levaduras enológicas
	Microorganismos seleccionados que permiten la transformación del azúcar presente en el mosto en alcohol etílico.
	Metabisulfito de potasio ($K_2S_2O_5$)
	Conservante y antioxidante, inhibe el desarrollo de bacterias y levaduras indeseables, y protege los compuestos aromáticos durante las fases iniciales del proceso.
	Ácido tartárico
	Ajusta la acidez del mosto o vino, estabilizando el pH y contribuyendo a la frescura y estructura del producto final.
	Arabinol (goma arábica):
	Mejora la estabilidad coloidal del vino, previene precipitaciones y suaviza la sensación en boca.

	Fermoplus: Complemento nutricional para las levaduras, compuesto por aminoácidos, vitaminas y minerales que promueven una fermentación sana
	Chips de madera de roble Aportan compuestos fenólicos y aromas similares a los que se obtienen en barricas
MATERIALES DE ENVASADO	DESCRIPCIÓN
	Botellas de vidrio Capacidad de 750 ml, adaptadas a las características visuales y funcionales de cada variedad.
	Corchos naturales Utilizados en los vinos, permiten un cierre hermético con intercambio mínimo de oxígeno, ideal para la evolución en botella
	Tapones sintéticos Empleados en los destilados, ofrecen sellado efectivo, apertura sencilla y protección frente a contaminación o evaporación.
	Etiquetas Elemento fundamental para la identificación del producto; contienen información legal, técnica y de marca.
	Cápsulas termo contraíbles Recubren la boca de la botella, mejorando la estética del producto y garantizando su inviolabilidad.

Fuente: Elaboración propia, (2025).

3.7 Proceso productivo

- **Recepción y Despalillado**

La uva Moscatel de Alejandría se cosecha y se realiza en el momento óptimo de maduración, cuando la uva ha alcanzado el equilibrio perfecto entre azúcares y acidez, y sus aromas están en su punto más alto.

La vendimia puede ser manual o mecánica, la manual permite una selección más cuidadosa de los racimos, mientras que la mecánica es más rápida y eficiente para grandes extensiones. Una vez cosechadas, las uvas se transportan a la bodega, allí se pesan y se analizan para controlar su calidad y potencial.

El despalillado consiste en separar las uvas del raspón (el esqueleto del racimo). Esto se hace para evitar que los taninos amargos y herbáceos del raspón pasen al mosto y al vino.

- **Selección**

Se controla el color, diámetro del grano y grados Brix (medida de azúcar), se descartan uvas dañadas, verdes, con defectos o racimos con hongos, daños mecánicos sobre maduración. Una selección rigurosa evita defectos como sabores herbáceos o fermentaciones lentas.

- **Molienda y escobajo**

Las uvas se muelen suavemente para romper la piel y liberar el mosto, evitando triturar las semillas (para no extraer sabores amargos). Se monitorean grados Brix (azúcar) y pH (acidez) para garantizar un mosto equilibrado.

- **Encubado y fermentación**

El mosto obtenido se traslada a tanques de fermentación (tradicionalmente de acero inoxidable) donde se añaden levaduras seleccionadas. Estas levaduras transforman los azúcares del mosto en alcohol etílico y dióxido de carbono.

La fermentación se controla cuidadosamente a temperaturas frescas (15-20°C) para preservar los aromas florales y frutales característicos de la uva Moscatel de Alejandría.

Este proceso dura 7–15 días, hasta tener como resultado un vino base con una graduación alcohólica relativamente baja (8–12% ABV).

- **Descubado y separación de orujo**

Una vez alcanzado el final de la fermentación (cuando los grados Brix llegan a cero), se realiza el descube, procedimiento que separa el vino base del orujo. Este vino es decantado y reposado para lograr una mayor clarificación antes de pasar al proceso de destilación. El vino base obtenido tiene un volumen alcohólico que oscila entre 10% y 12%.

- **Trasiegos**

Durante y después de la fermentación, el vino se trasiega, es decir, se cambia de recipiente, dejando atrás los sedimentos (lías) que se van depositando en el fondo. Esto ayuda a clarificar el vino y a eliminar impurezas.

- **Destilación**

La destilación del vino base se realiza en alambiques de cobre tipo Charentais, siguiendo los principios tradicionales de destilación discontinua. El vino es cargado en la caldera junto con fracciones recuperadas de colas y cabezas, en proporciones controladas.

Durante la primera destilación, los vapores alcohólicos generados se fraccionan cuidadosamente en:

- ✓ Cabeza: los primeros vapores, ricos en metanol y alcoholes ligeros, como de los componentes aromáticos más volátiles se separan y almacena por separado.
- ✓ Corazón: la fracción noble del destilado, rica en alcohol etílico y compuestos aromáticos, que constituye el singani base.
- ✓ Cola: los últimos vapores, con alcoholes pesados y menos deseables, se separan para ser reutilizados.

- **Separación de corazón**

Solo el corazón del destilado se conserva para el Singani, garantizando su perfil aromático limpio y elegante.

La fracción de corazón obtenida es sometida a una segunda destilación cuando se trata de productos premium como el Singani Etiqueta Negra. Esta destilación adicional permite una purificación aún más precisa del perfil sensorial y alcohólico, garantizando la alta calidad del destilado.

- **Reducción de grado alcohólico**

El destilado se diluye con agua desmineralizada hasta alcanzar la graduación deseada (40–50% ABV).

- **Estabilización**

Después de la destilación, el singani se somete a un período de reposo en recipientes inertes, generalmente de acero inoxidable, durante un mínimo de seis meses. Este reposo permite que los diferentes componentes del destilado se integren, suavizando el sabor y afinando los aromas. A diferencia de algunos otros destilados, el singani tradicionalmente no se añeja en barricas de madera, pero se lo puede realizar después de una estabilización en tanques de acero inoxidable.

- **Filtración del singani mediante placas**

El singani se filtra para asegurar su limpidez microbiológica y física antes del embotellado. La filtración puede ser más o menos fina, y algunos productores prefieren no filtrar sus singanis para preservar su complejidad, el singani es filtrado mediante filtros de placas y cartuchos de papel, eliminando partículas en suspensión y sedimentos.

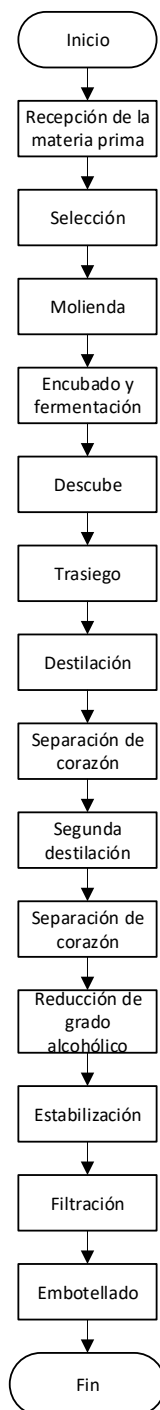
- **Embotellado y etiquetado**

El Singani se embotella en vidrio, con tapón de corcho o rosca. El etiquetado incluye:

- ✓ Denominación de Origen (Singani Boliviano).
- ✓ Graduación alcohólica.
- ✓ Tipo de uva (Moscatel de Alejandría).
- ✓ Año de cosecha (si es varietal o premium).

3.7.2 Diagrama de flujo del proceso

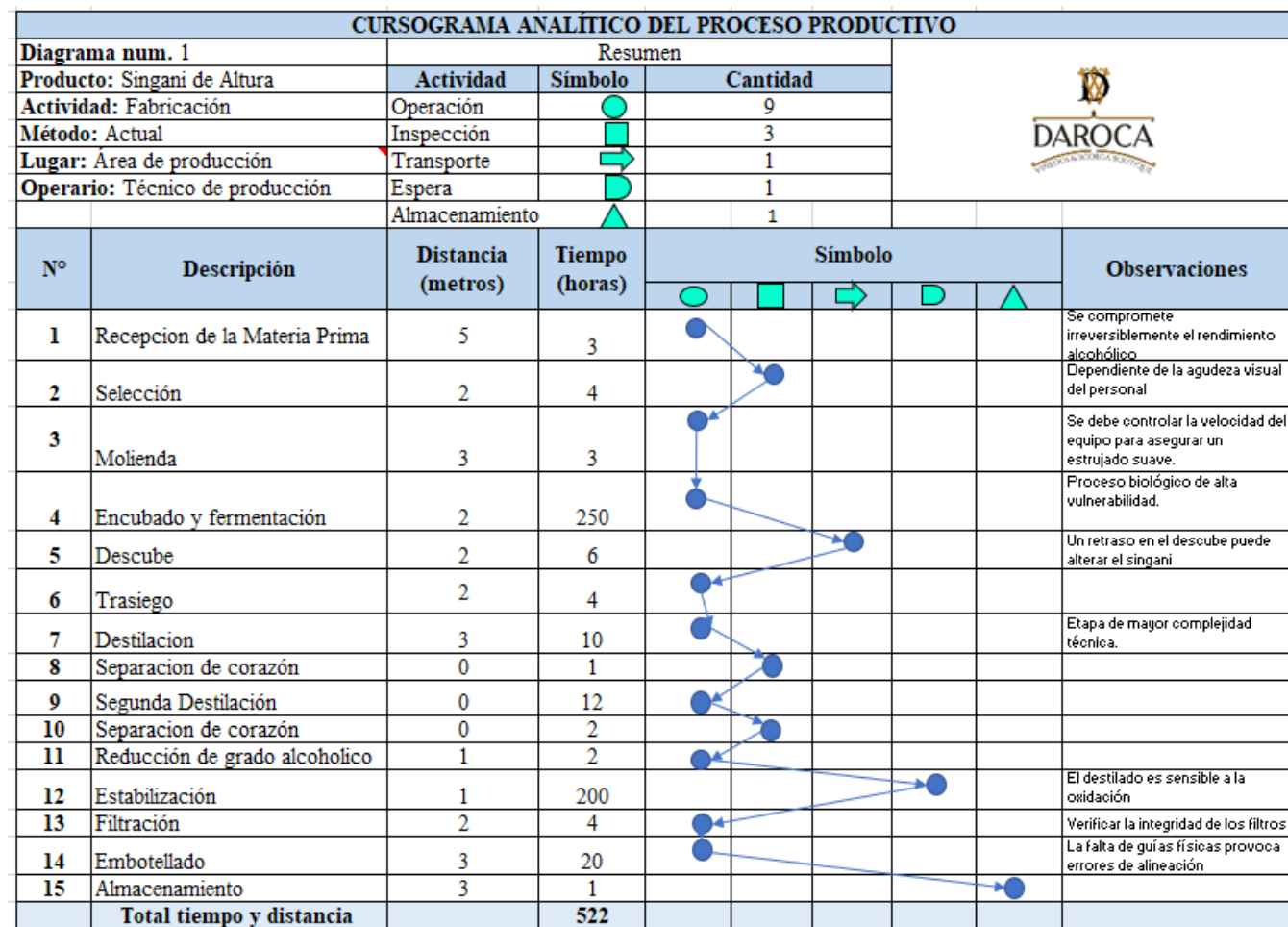
Figura 6. Diagrama de flujo de la elaboración del Singani de altura.



Fuente: Bodega Boutique Daroca, (2025)

3.8 Cursograma analítico del proceso productivo

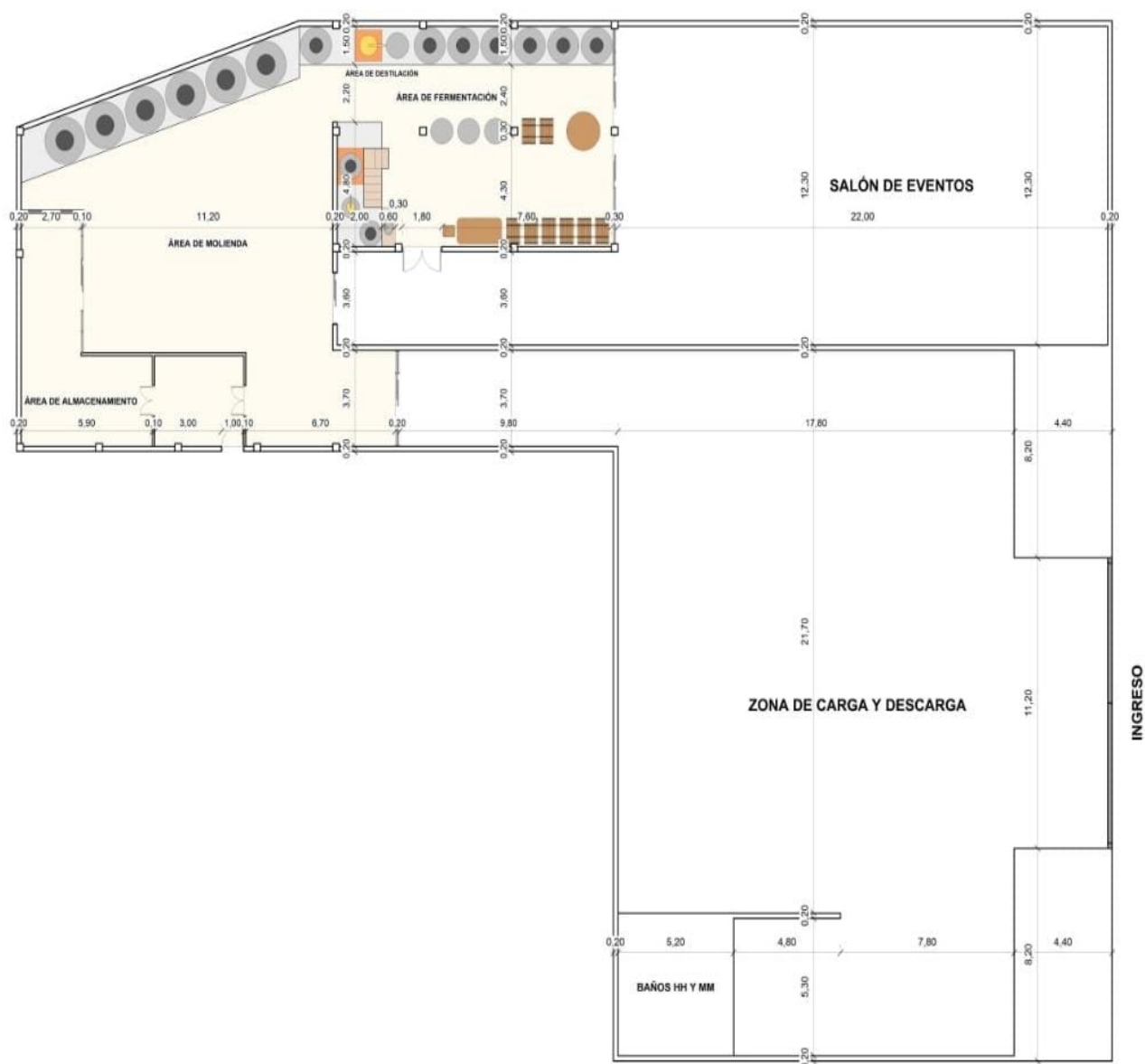
Figura 7. Cursograma analítico.



Fuente: Elaboración propia, (2025).

3.9 Lay out

Figura 8. Lay Out.



Fuente: Bodega Boutique Daroca, (2025).

La bodega Daroca cuenta el área de producción que se divide en el área de fermentación, destilación y molienda, área de almacenamiento, el área de carga y descarga y el área social.

3.10 Residuos y/o desechos

Residuos Sólidos:

- Orujo o borra de uva: Este es el residuo sólido más voluminoso. Está compuesto por las pieles (hollejos), las semillas (pepitas) y los restos de pulpa de la uva que quedan después del prensado para obtener el mosto.
- Escobajo: Si no se realiza el despallado antes del estrujado, los tallos del racimo de uva también forman parte de los residuos sólidos iniciales.
- Lías gruesas: Son los sedimentos que se depositan en el fondo de los tanques de fermentación. Están compuestas principalmente por levaduras muertas y otras partículas sólidas.
- Material de Filtración: Si se utiliza tierra de diatomeas u otros materiales para la filtración, estos se convierten en residuos sólidos después de su uso.

Residuos líquidos:

- Vinazas: Este es el principal residuo líquido del proceso de destilación. Son los restos líquidos que quedan en el alambique después de extraer el alcohol. Las vinazas contienen una alta carga orgánica, sales minerales y pueden tener un pH ácido.
- Aguas de lavado: Se generan durante la limpieza de los equipos, tanques y tuberías en las diferentes etapas del proceso. Estas aguas pueden contener restos de mosto, vino, lías y productos de limpieza.
- Lías finas: Son sedimentos más finos que las lías gruesas y pueden separarse durante los trasiegos y la clarificación.

Otros Residuos:

- Envases y embalajes: Aunque no son residuos directos del proceso de elaboración en sí, los envases de productos químicos utilizados en la limpieza y el mantenimiento, así como los materiales de embalaje de las uvas y del producto final, también generan residuos.

3.11 Análisis FODA

Tabla 8. Análisis FODA

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
Producto con identidad única y denominación de origen, reconocido legalmente como bebida alcohólica genuina boliviana. Producción de Singani de Altura, elaborado a más de 1600 m s. n. m., atributo altamente valorado en mercados premium por su impacto en perfil sensorial. Acceso directo a materia prima local (uva Moscatel de Alejandría), lo que facilita la trazabilidad y el control desde el origen. Compromiso con la mejora continua, evidenciado por la decisión de implementar un Sistema de Control de Calidad.	Interés creciente en productos con certificaciones de calidad, donde ISO 9001 actúa como facilitador para el acceso a mercados externos. Programas públicos y privados de apoyo a la exportación, calidad e industrialización del sector vitivinícola en Bolivia. Uso de la ISO 9001 como herramienta comercial, al demostrar consistencia, trazabilidad y control de riesgos. Desarrollo del enoturismo y turismo de experiencias, que refuerza la marca y el posicionamiento del producto.
DEBILIDADES	AMENAZAS
Ausencia histórica de un sistema formal de control de calidad documentado, generando variabilidad entre lotes. Limitada capacidad técnica y tecnológica del laboratorio interno, especialmente para análisis especiales (Cu, Pb, metanol). Escasa estandarización documental (procedimientos, registros, indicadores) antes de la implementación del SCC. Costos iniciales asociados a la implementación de ISO 9001, incluyendo capacitación, documentación y análisis externos.	Requisitos sanitarios y técnicos estrictos en mercados de exportación, donde incumplimientos mínimos pueden bloquear el acceso. Riesgos asociados a metales pesados (cobre y plomo) provenientes de equipos de destilación tradicionales. Dependencia de proveedores externos para análisis críticos, lo que puede afectar tiempos de liberación del producto. Competencia con grandes bodegas, marcas consolidadas a nivel nacional. Cambio en hábitos de consumo.

Fuente: Elaboración propia (2025)

CAPÍTULO IV
DIAGNÓSTICO DEL PROCESO
PRODUCTIVO

4. DIAGNÓSTICO DEL PROCESO PRODUCTIVO

4.1 Descripción del producto seleccionado

Tabla 9. Descripción del Singani de altura.

IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO	
Denominación del producto	Singani de altura
Descripción	Bebida alcohólica obtenida por destilación de vino 100% natural proveniente exclusivamente de la fermentación alcohólica de la uva variedad Moscatel de Alejandría
Imagen del producto	
Composición	El singani de altura se compone principalmente de uva fermentada, agua, alcohol etílico, ácidos orgánicos, ésteres, aldehídos y terpenos, que le confieren sus características aromáticas.
Uso	Bebida alcohólica de consumo directo
Características fisicoquímicas	37 grados mínimo 45 grados máximo de % (v/v)
CARACTERÍSTICAS DE PRESENTACIÓN	
Empaque	Botella de vidrio
Dimensión	750 ml suelen tener una altura de aproximadamente de 30 cm y un diámetro de unos 8 cm.
Presentación	750 ml

Rotulado	✓ Nombre de la empresa ✓ Logo de la empresa ✓ Contenido neto ✓ NIT de la empresa ✓ Registro sanitario SENASAG ✓ Numero de lote ✓ Fecha de vencimiento
Consumidores	Mayores de 18 años
CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO	
Almacenamiento	Almacenamiento en un lugar fresco a temperatura ambiente
Punto de venta	Tiendas de barrio, supermercados y plaza de distribución.

Fuente: Elaboración propia (2025)

4.2 Operaciones productivas donde se realizan controles

La Bodega Boutique Daroca destaca por su uso de métodos tradicionales de doble destilación en alambiques, lo que garantiza pureza y aromas florales característicos, aunque enfrenta retos en eficiencia operativa y control de procesos, este diagnóstico busca identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora en las etapas de fermentación, destilación y embotellado para optimizar la producción y alinear con estándares de calidad.

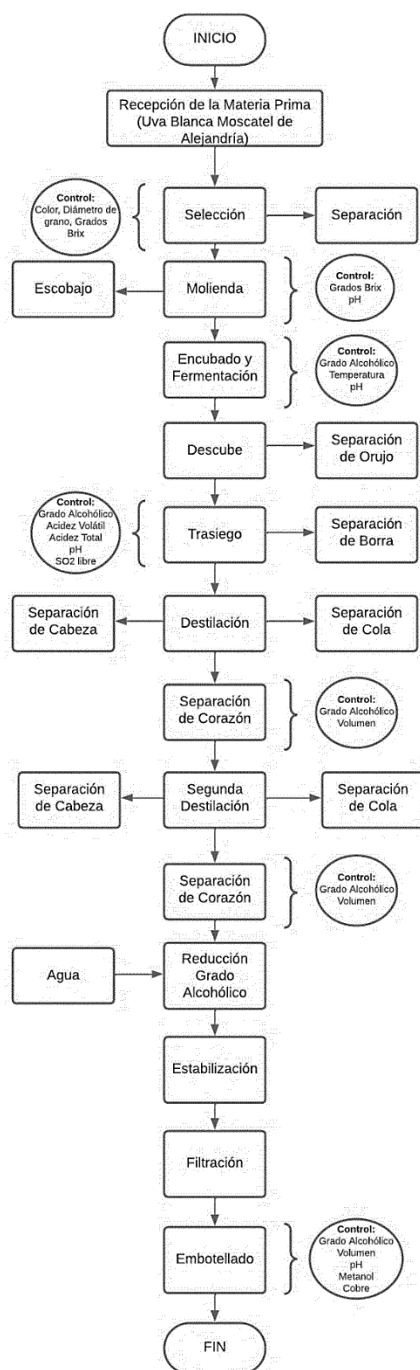
Para el desarrollo del diagnóstico se toma como base la información obtenida a través de la observación y registro de datos que se realizó durante las visitas en el mes de abril hasta julio a la empresa.

Tabla 10. Operaciones productivas donde se realizan controles.

Proceso	Responsable	Variables	Control		Observación
			Cualitativo	Cuantitativo	
Selección de materia prima	Técnico de producción	Tamaño Color Dulzor Madurez	Control visual (color, diámetro grano)	Grados brix Control del pH Acidez total	Control empírico
Molienda	Técnico de producción	Dulzor y tamaño de la uva molida	Control visual (tamaño del grano)	Grado alcohólico Control del pH	Control empírico
Encubado y fermentación	Técnico de producción	Temperatura Alcohol Dulzor del mosto	Control visual (color) Control de aroma	Grado alcohólico Control de temperatura Control del pH	Control del grado alcohólico y temperatura en la bodega, control de pH con laboratorios externos
Trasiego	Técnico de producción	Dulzor Alcohol Acidez	Control visual (sólidos en suspensión)	Grado alcohólico. Acidez volátil. Acidez total Control de pH Control de S02 libre	Control del grado alcohólico en la bodega, control de acidez, pH SO2libre con laboratorios externos
Separación de corazón	Técnico de producción	Alcohol Temperatura		Grado alcohólico Control del volumen	Controles realizados en la bodega
Reducción del grado alcohólico	Técnico de producción	Alcohol Temperatura Metales existentes		Grado alcohólico Control de pH Control de metanol Control de cobre	Controles realizados en la bodega Control del grado alcohólico en la bodega, control de acidez, pH SO2libre con laboratorios externos
Embotellado	Técnico de producción		Control visual (etiquetas, corchos, capuchones)		El control de embotellado prácticamente es inexistente, las botellas son etiquetadas y acaban como producto final y no existe un control después del etiquetado.

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Figura 9. Diagrama de flujo con los controles de calidad del singani de altura.



Fuente: Bodega Boutique Daroca, (2025).

4.3 Principales procesos productivos del singani a evaluar

4.3.1 Selección de materia prima

Se identifica y selecciona la uva Moscatel de Alejandría en función de su madurez, sanidad y composición de azúcares (Brix) para optimizar la fermentación y el rendimiento, en cada lote llega aproximadamente 3000 kg de uva dividida en 150 cajas. La inspección de la materia prima se realiza visualmente, color, tamaño de la uva, también se toman muestras de los grados brix, no se cuenta con un plan de muestreo de control.

Tabla 11. Diagnóstico de materias primas

Materia prima	Responsable	¿Control?	Proveedor	Observación
Uva	Técnico de bodega	Si	Viñedos propios	Bajo la norma 320041
Agua	Técnico de bodega	No	Agua rica	Agua embotellada y purificada de excelente calidad.
Levaduras	Técnico de bodega	No	ENOVIT	Ficha técnica

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Figura 10. Recepción de la materia prima



Figura 11. Selección de la materia prima



Fuente: Elaboración propia, (2025).

4.3.2. Molienda

Después del pesado de la materia prima se realiza la molienda, que consiste en la separación del escobajo/raspón (la estructura leñosa del racimo). Esto es vital para evitar que sabores herbáceos o amargos pasen al mosto, preservando la pureza aromática floral y frutal típica de la Moscatel de Alejandría.

Después del despalillado, prosigue el estrujado es decir se aplica una presión suave para romper el hollejo (la piel) de la uva y liberar la pulpa y el jugo, creando el mosto, que se transporta a los tanques o cubas seleccionados para la fermentación.

4.3.3 Fermentación

El mosto se traslada a tanques o cubas, las levaduras actúan sobre el azúcar, produciendo etanol y dióxido de carbono en un proceso anaeróbico (sin oxígeno). Este proceso dura aproximadamente una semana (7 días), aunque puede variar.

En la fermentación alcohólica se selecciona de levaduras compatibles con Moscatel de Alejandría; control de temperatura, grado alcohólico y pH.

La fermentación es la parte más importante del proceso, si no se tiene un buen vino base, no se tendrá un buen singani, el control de la fermentación es vital, en época alta (febrero-abril) el control es diario.

La fermentación se realiza en los depósitos inoxidables de fermentación, los "tanques siempre llenos" son tanques de almacenamiento con 800L de capacidad diseñados para eliminar la cámara de aire en la parte superior, mejorando las condiciones para la fermentación del vino tinto. Los controles en la fermentación son los más importantes ya que del vino base depende tener un buen singani.

Figura 13. Depósito inoxidable de fermentación



Figura 12. Controles organolépticos en la fermentación



Fuente: Elaboración propia, (2025).

4.3.4. Destilación (Separación de corazón)

Luego de la fermentación, se halla listo un vino a partir de uvas Moscatel de Alejandría, donde las levaduras convierten el azúcar de la uva en alcohol y dióxido de carbono, este vino se lleva a alambiques de cobre para vaporizar los elementos volátiles y luego condensarlos.

Identificación del "corazón" durante la destilación: fracciones de cabeza, corazón y cola, en esta etapa se debe evitar el arrastre de componentes no deseados (aldehídos volátiles,) hacia el corazón para garantizar suavidad y equilibrio de aromas.

El singani de altura en la Bodega Boutique Daroca pasa por una doble destilación para lograr mayor pureza y concentración de aromas, conservando la esencia de la moscatel.

El destilado se ajusta su graduación alcohólica alrededor de 70° después de la destilación añadiendo agua pura, buscando un producto final entre 38-46% vol.

El singani reposa en tanques de acero inoxidable para estabilizar sus aromas y sabores antes de ser embotellado, sin aditivos, logrando un producto noble y natural.

Se monitorea y se usan pruebas sensoriales y/o análisis de composición (etanol, acetaldehído, etilenglicol en límites aceptables) para delimitar el corte del corazón y se controla el grado alcohólico y el pH.

Figura 14. Destiladora.

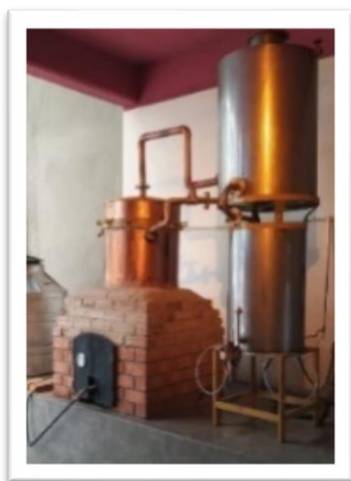
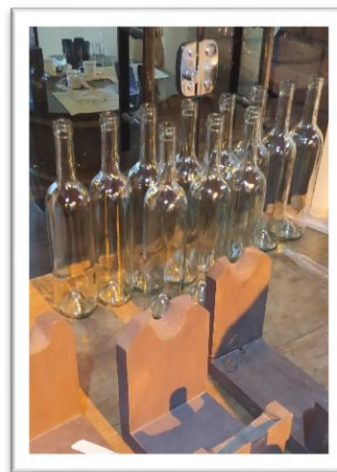


Figura 15. Botellas de vidrio



Fuente: Elaboración propia, (2025).

4.3.4. Embotellado

En el embotellado se realiza la filtración y/o clarificación final para estabilidad, control de turbidez, partículas, el grado alcohólico, pH, volumen metanol y cobre.

Se realiza un control de calidad final, pruebas de densidad, aroma, sabor y pruebas químicas básicas; verificación de sellos y tamices de rociado según especificaciones.

Figura 16. Máquina para embotellar.



Figura 17. Etiquetado manual.



Figura 18. Encapsulado.



Fuente: Elaboración propia, (2025).

4.4 Definición de los parámetros en los puntos de control.

Para establecer los indicadores del proceso productivo del singani se realizaron visitas y se participó en la producción de los meses entre enero y julio. El método de recolección se desarrolló por medición de variables, observación y cuestionarios a trabajadores.

Tabla 12. Parámetros de control a evaluar.

Variabilidades	Descripción
Defectos en la recepción de la materia prima	Discrepancia entre las especificaciones técnicas requeridas y el estado real de la uva (Moscatel de Alejandría) al llegar a la bodega
Presencia de metales no deseados (Plomo, cobre, etc)	Concentraciones de metales pesados que superan los límites permitidos por la NB 324001. El cobre suele provenir del desgaste de los alambiques o residuos de fungicidas, mientras que el plomo puede originarse en soldaduras antiguas o contaminación ambiental.

Aroma del destilado (Acidez volátil)	Principal indicador de la calidad fermentativa y la pulcritud del proceso.
Cambio de sabor (Desviación del Grado Alcohólico Final)	Errores en los cálculos de dilución o por el uso de alcoholímetros mal calibrados.
Mal embotellado (Corchos, tapas, etiquetas mal puestas)	Defectos estéticos o funcionales, como etiquetas desalineadas, cápsulas mal encogidas o corchos que no sellan herméticamente, lo que permite el ingreso de oxígeno.

Fuente: Elaboración propia, (2025).

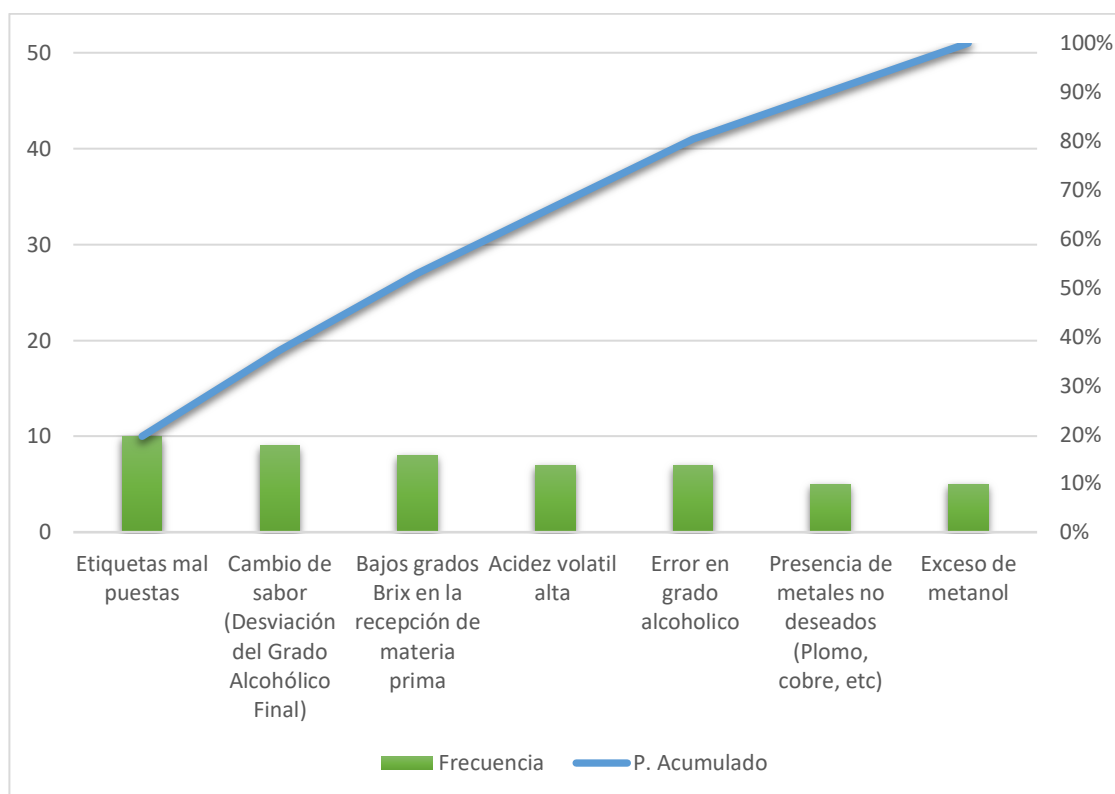
Con los datos estadísticos más recientes proporcionados por la empresa para el periodo comprendido entre julio y septiembre de 2025 sobre la ocurrencia de defectos, se realiza un diagrama de Pareto.

Tabla 13 Datos de variabilidad en el proceso

Problemas	Frecuencia	P. Acumulado
Etiquetas mal puestas	10	20%
Cambio de sabor (Desviación del Grado Alcohólico Final)	9	37%
Bajos grados Brix en la recepción de materia prima	8	53%
Acidez volátil alta	7	67%
Error en grado alcohólico	7	80%
Presencia de metales no deseados (Plomo, cobre, etc)	5	90%
Exceso de metanol	5	100%

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Figura 18. Frecuencia vs porcentaje acumulado de variabilidad.



Fuente: Elaboración propia, (2025).

4.4.1 Gráficas de control de parámetros fisicoquímicos de las muestras seleccionadas

Las Gráficas de Control son herramientas estadísticas esenciales para la gestión de la calidad que permiten la vigilancia continua de la estabilidad y la variabilidad de los parámetros fisicoquímicos del Singani a lo largo del tiempo, los parámetros de control están definidos por la NB 324001

El objetivo principal de estas gráficas es distinguir entre la variación común (intrínseca y aceptable del proceso) y la variación especial (causas asignables o fuera de control que requieren acción inmediata).

Para el caso de la producción de Singani, se deben graficar variables críticas como la Acidez Volátil del vino base y la concentración de plomo del destilado.

Cada gráfica incluirá:

1. Línea Central (LC): El valor promedio o el objetivo deseado para el parámetro.
2. Límite Superior de Control (LCS): El valor máximo aceptable de variación.
3. Límite Inferior de Control (LIC): El valor mínimo aceptable de variación.

Los límites que se usarán en los controles, son límites establecidos en la norma 324001.

Al trazar las mediciones de los lotes seleccionados, cualquier punto que caiga fuera de los límites o que muestre tendencias anormales, activa inmediatamente una alerta de No Conformidad, permitiendo al Técnico de Control de Calidad y al Jefe de Producción aplicar acciones correctivas en tiempo real, garantizando así la uniformidad del producto y el cumplimiento de la NB 324001.

Pruebas realizadas en el CEANID adjunto en el Anexo 1 .

4.4.1.1 Control de cobre.

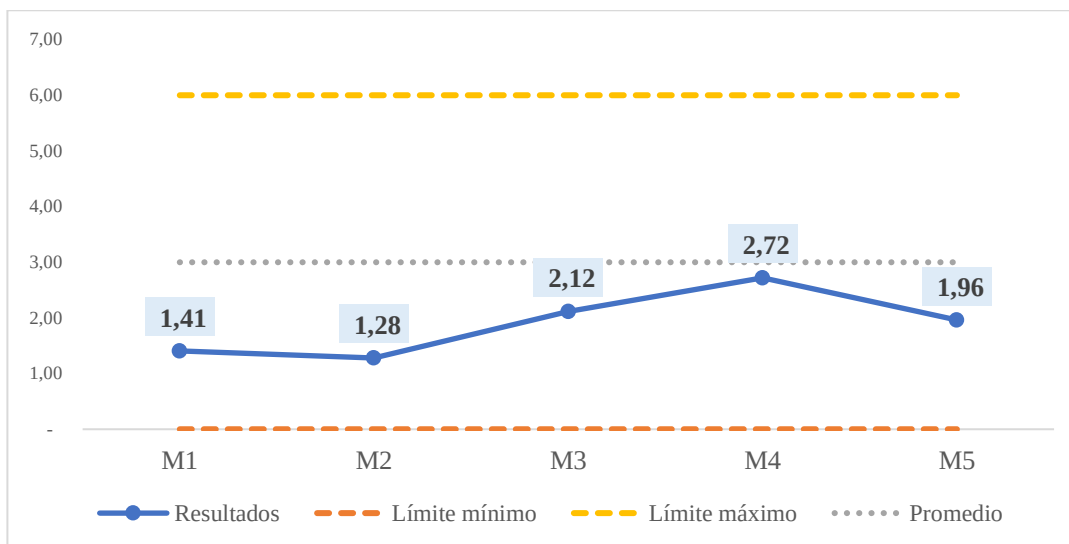
Descripción técnica:

Las concentraciones de cobre en las cinco muestras oscilan entre 1,28 y 2,72 mg/L, todas se encuentran por debajo del límite máximo permitido (6 mg/L según normativa). La tendencia indica variabilidad moderada, posiblemente asociada a prácticas diferenciales de clarificación, uso de equipos o contacto con superficies metálicas.

Acciones recomendadas:

- Verificar dosis y tiempos de acción de clarificantes utilizados para precipitación de metales (bentonita, agentes quelantes).
- Realizar un monitoreo periódico para mantener niveles estables y evitar incrementos que afecten estabilidad y sabor.

Figura 19. Control de cobre, método de absorción atómica



Fuente: Elaboración propia, (2025).

4.4.1.2 Control de pH

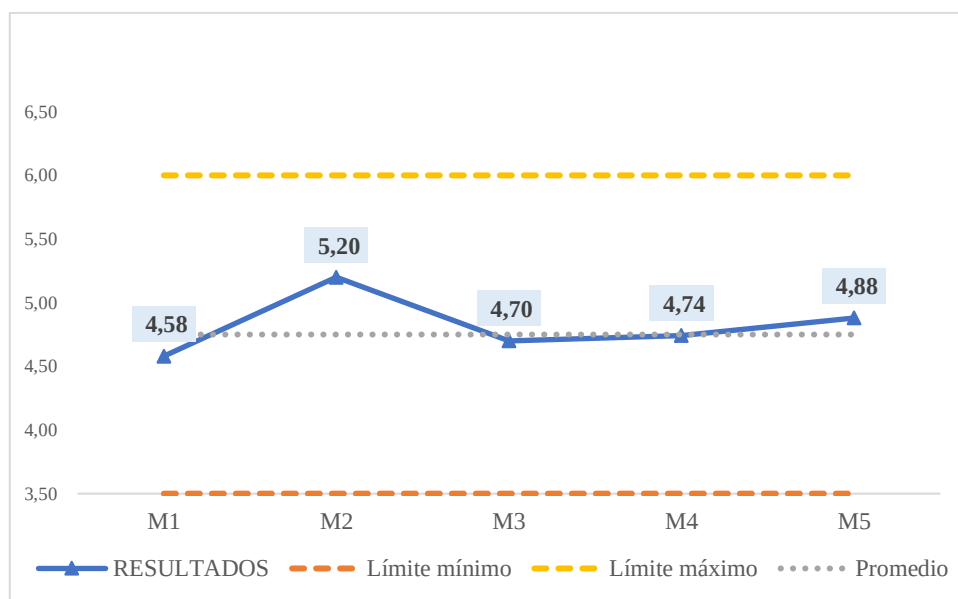
Descripción técnica:

Los valores de pH se encuentran entre 4,58 y 5,20, dentro del rango operativo habitual para singani ya estabilizado. Sin embargo, la muestra M2 presenta un valor relativamente más alto (5,20), que puede derivar en riesgos de oxidación.

Acciones recomendadas:

- Realizar correcciones de acidez en lotes con pH por arriba del promedio permitido (4,75).
- Mantener control de pH previo a fermentación y destilación, dado su impacto en perfiles organolépticos y estabilidad.

Figura 19. Control de pH



Fuente: Elaboración propia, (2025).

4.4.1.3 Control de plomo

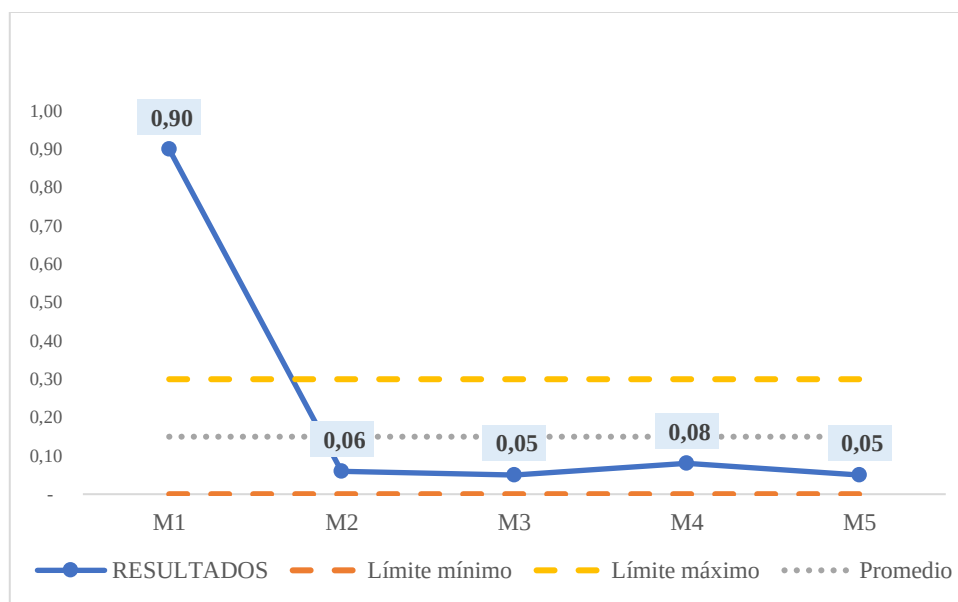
Descripción técnica:

Las muestras presentan niveles de plomo entre 0,05 y 0,08 mg/L, muy por debajo del límite máximo establecido por la normativa vigente (0,30 mg/L). El valor más alto (M1 con 0,90 mg/L) sugiere un dato atípico que no se repite en las muestras subsiguientes, pudiendo deberse a contaminación puntual, material de envase o error de muestreo.

Acciones recomendadas:

- Repetir el análisis de M1 para confirmar o descartar contaminación puntual.
- Inspeccionar recipientes, tuberías o accesorios metálicos que pudiesen aportar trazas de plomo.
- Mantener el monitoreo de metales pesados como parte regular del plan HACCP e ISO 9001.

Figura 20. Control de plomo, método de absorción atómica.



Fuente: Elaboración propia, (2025).

4.4.1.4 Control de acidez

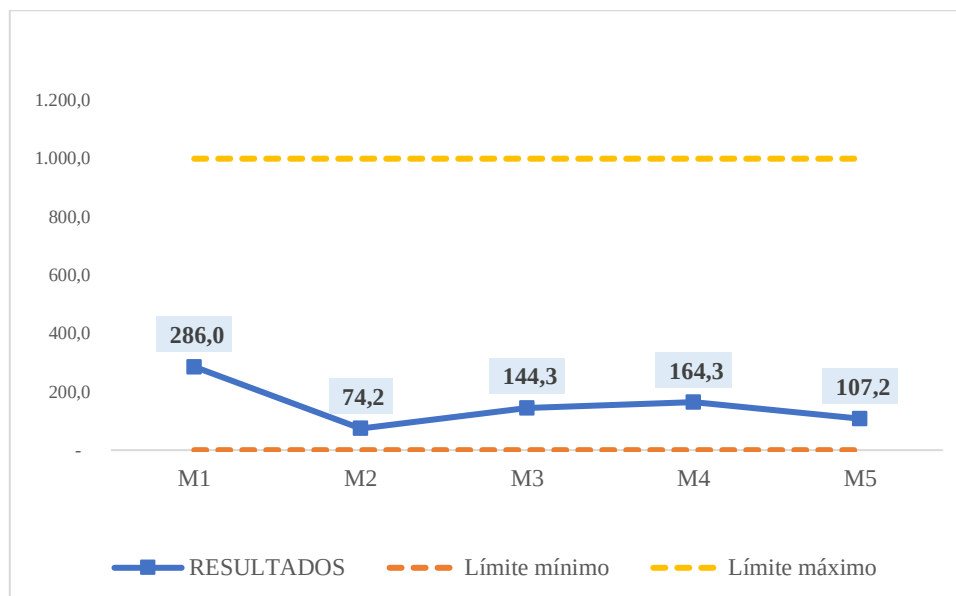
Descripción técnica:

La acidez total de las muestras presenta una variabilidad considerable, con valores que oscilan entre 74,2 g/L y 286,0 g/L. Aunque todas las muestras están dentro del límite máximo permitido, la dispersión observada evidencia diferencias en manejo de fermentación, tiempos de almacenamiento o condiciones microbiológicas, mientras que M3, M4 y M5 se comportan de manera más regular pero aún sin un patrón estable.

Recomendación general:

Este indicador debe medirse en todos los lotes de producción, dado que la acidez influye directamente en la estabilidad química, microbiológica y en el perfil sensorial del producto final. Un control sistemático permitirá reducir variabilidad y garantizar uniformidad en la calidad del singani.

Figura 21. Control de Acidez total, como ácido acético en g/L.



Fuente: Elaboración propia, (2025)

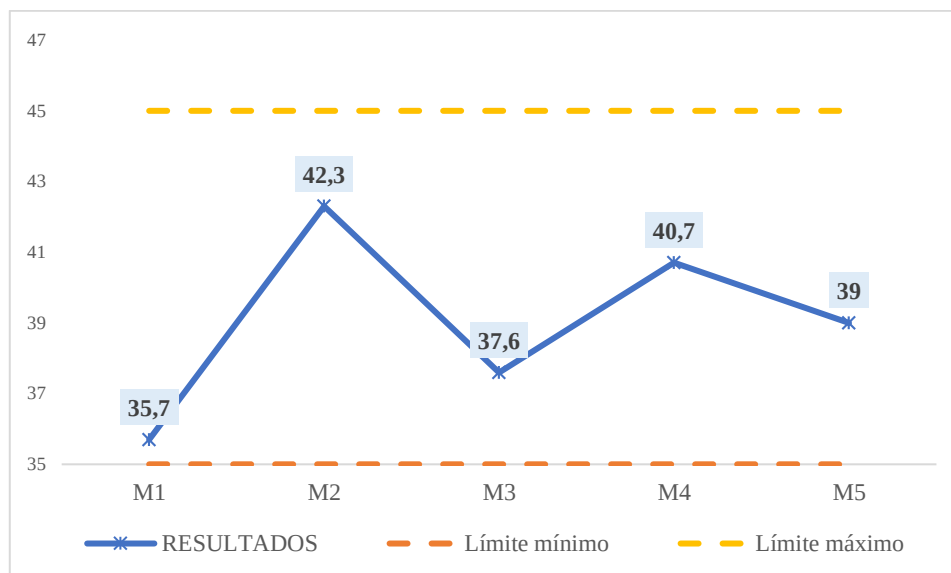
4.4.1.5 Control del alcohol

Descripción técnica:

El contenido alcohólico de las muestras, presenta fluctuaciones entre 35,7 % vol y 42,3 % vol dentro de los límites regulatorios. Sin embargo, revela diferencias operativas en el proceso de destilación, especialmente en la separación de fracciones, control de temperatura y punto de corte. Esta falta de homogeneidad puede repercutir en la estandarización del producto final y en su perfil organoléptico.

Recomendación general:

El control de graduación alcohólica debe realizarse de manera obligatoria en cada lote, ya que es un parámetro crítico para la estabilidad del producto. Un seguimiento lote a lote permite ajustar el proceso de destilación y asegurar uniformidad en el producto final.

Figura 22. Control de alcohol.

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Se tomaron los parámetros de control de acidez, pH y alcohol porque están presentes en diferentes operaciones del proceso productivo como la selección de materia prima, fermentación el trasiego, separación de corazón y reducción del grado alcohólico.

Se tomaron los parámetros de cobre y plomo que se miden al final del proceso productivo porque son metales letales para la salud.

Tabla 14. Parámetros de control definidos.

Proceso	Descripción	Variables de Control y Especificaciones
Selección de materia prima	Sanidad	Densidad final: <0.995 (Azúcar residual <2 g/L para garantizar que el vino base este seco).
	pH	Acidez Volátil (AV): <0.5 g/L (AV muy baja para evitar que se concentre el defecto).
	Acidez total	6.5–8.5 g/L (Expresada en Ácido Tartárico, crucial para el balance y la destilación).
	Grado de madurez	22–24°Brix/13–14° Baumé (Define el potencial alcohólico final del vino base).

Fermentación	Conversión del azúcar del mosto en alcohol y CO ₂	Temperatura: 15–20°C (Control estricto para preservar aromas).
Destilación	Fraccionamiento de los destilados en la columna o alambique (cabezas, corazón y colas).	Temperatura de destilación: Control de temperatura por plato o columna (determina el punto de corte).
		Concentración de metanol: Máximo 300 g/hL AA (Cumplimiento de la NB 324001).
		Grado Alcohólico: 60–75% v/v (Grado alcohólico del destilado "corazón").
Embotellado	Llenado del singani en botellas, taponado y etiquetado final.	Integridad del sello: Tapón sellado correctamente (Evitar fugas y manipulación).

Fuente: Elaboración propia

4.5. Formulación del Diagnóstico Final

La bodega opera con un sistema de control de calidad incompleto y de alto riesgo, la ausencia de formalización en los procedimientos y la falta de aplicación de límites de control estadístico comprometen la consistencia y cumplimiento normativo (NB 324001) del producto final.

Existe una débil trazabilidad a lo largo de toda la cadena de valor, lo que significa que la calidad del singani depende excesivamente de la habilidad y la experiencia subjetiva del operador, en lugar de parámetros medibles y controlados. Esto introduce una variabilidad en el perfil aromático y químico del producto entre diferentes lotes.

Principales Riesgos Identificados

1. Riesgo de defectos en el sabor y aroma

La falta de un Manual de Procedimiento de selección de la materia prima no asegura que la materia prima esté libre de defectos y variabilidad interanual. Cualquier sabor anómalo introducido en la uva se magnificará durante la destilación.

2. Riesgo de pérdida aromática y estabilidad

El no uso de límites de control estadístico para la temperatura de fermentación y la acidez volátil, incrementa la probabilidad de pérdida de aromas y paradas de fermentación. Además, la deficiencia en el control de la oxidación durante el trasiego puede dar como resultado un vino base plano y, por ende, un singani con un perfil aromático reducido.

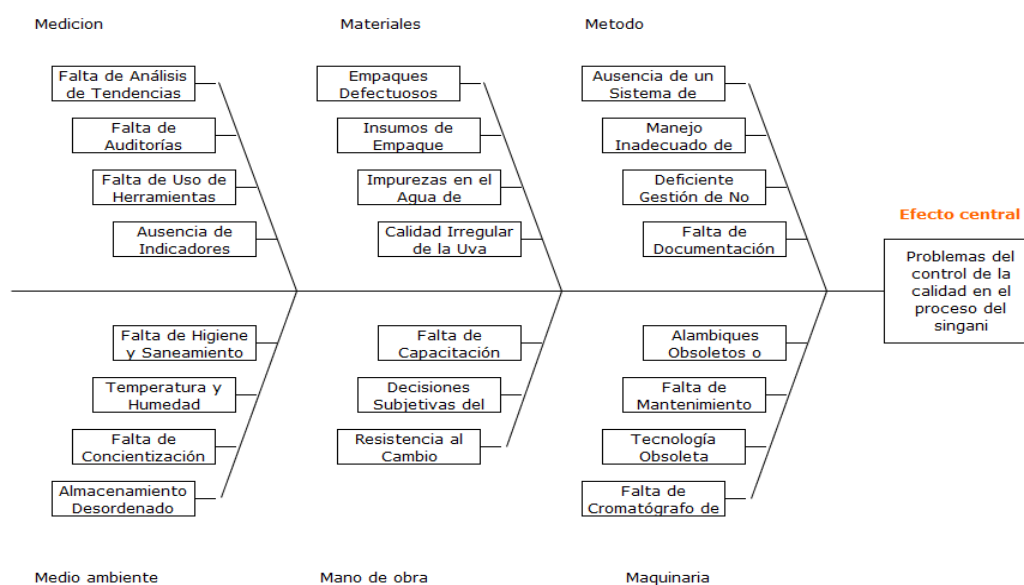
3. Riesgo crítico de incumplimiento normativo (destilación y ajuste final):

La falta de un manual de procedimiento en la separación de corazón aumenta la probabilidad de que el destilado final exceda los límites de metanol, violando la NB 324001, a esto se suma la omisión del control de metales pesados (cobre y plomo) durante el ajuste final, lo que introduce un riesgo de contaminación y toxicidad para el consumidor.

4.5.1 Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa nos permite identificar los problemas que debemos solucionar en base al diagnóstico realizado anteriormente.

Figura 23. Diagrama de Ishikawa.



Fuente: Elaboración propia, (2025).

CAPÍTULO V

DISEÑO DE UN SISTEMA DE

CONTROL DE CALIDAD

5. DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

El diseño de un sistema de control de calidad para la Bodega Boutique Daroca integra un plan de muestreo estadístico, manuales de procedimientos estandarizados y la definición de nuevos cargos organizacionales para garantizar la consistencia del producto. Su implementación eleva la competitividad de la bodega artesanal a los procesos lineales con normas bolivianas y estándares internacionales.

El plan de muestreo se basa en NB/ISO 2859-1 para inspección por atributos en etapas críticas como recepción de uva, fermentación, destilación y embotellado, definiendo tamaños de muestra y criterios de aceptación según el tamaño de lote y nivel de calidad deseado. Los manuales de procedimientos documentan pasos estandarizados, fichas técnicas y cursogramas, para asegurar repetibilidad y trazabilidad desde la materia prima hasta el producto final. Se propone nuevos cargos como Técnico de calidad y técnico de producción para fortalecer la estructura organizacional, cubriendo liderazgo, inspecciones y gestión documental.

5.1 Política de calidad de la Bodega Boutique Daroca

5.1.1 Declaración de compromiso

“En la Bodega Boutique Daroca, nos dedicamos a la elaboración de Singani de altura de excelencia, preservando la herencia vitivinícola de nuestra región. Nuestro compromiso es transformar la uva Moscatel de Alejandría en un destilado de pureza excepcional, garantizando la satisfacción de nuestros clientes mediante el cumplimiento de los más altos estándares de inocuidad y calidad sensorial.”

5.1.2 Pilares de la calidad

Para asegurar el éxito y la sostenibilidad de la bodega, la nueva gestión de calidad se basa en cinco pilares fundamentales:

- Selección rigurosa de origen: Procesar exclusivamente uva 100% natural de altura, asegurando que solo la materia prima que cumple con nuestros estándares de °Brix y sanidad ingrese a la línea de producción.

- Control de procesos mediante tecnología: Integrar equipos de medición de alta precisión en los puntos críticos de fermentación y destilación para minimizar riesgos químicos como el exceso de metanol.
- Cumplimiento normativo: Garantizar que cada lote de Singani Daroca cumpla estrictamente con la norma NB 324001 y las regulaciones del SENASAG, asegurando un producto seguro y legal para el consumidor.
- Mejora continua: Evaluar constantemente los indicadores de rendimiento y aplicar acciones correctivas inmediatas ante cualquier desviación, optimizando así la rentabilidad y eficiencia operativa.
- Capacitación del talento humano: Fomentar la especialización del personal en el manejo de protocolos de calidad, entendiendo que su labor es la garantía final de la excelencia en la bodega.

5.1.3 Objetivos de calidad

- Mantener el grado alcohólico del producto final entre 37% y 45% v/v.
- Reducir el índice de mermas o lotes rechazados mediante el monitoreo diario de fermentación.
- Asegurar que el 100% de las botellas comercializadas cuenten con trazabilidad completa mediante el sistema de lotes.

5.2 Plan de muestreo

Un plan de muestreo para el proceso del singani de altura puede basarse en muestreo de aceptación por atributos (NB/ISO 2859-1) y aceptación de muestreo por variables (NB-ISO 3951), combinado con controles físico-químicos y sensoriales en puntos críticos de cada etapa. A continuación, se propone un esquema general para cada fase, que luego se puede ajustar a la capacidad de laboratorio, tamaño de lote y riesgos.

Los lotes de materia prima (3000 kg aproximadamente) llegan cada 3 días en la época de febrero hasta marzo (vendimia), eso sería un total de 10 lotes en la época de más producción en la bodega.

5.2.1 Plan de muestreo por variables (ISO 3951 / NB-ISO 3951) para la materia prima

1. Tamaño del lote (N): 150 cajas.
2. Nivel de Inspección: General II.
3. Letra Código: F
4. Tamaño de la muestra (n): En el método de variables (Método "s" - desviación estándar desconocida), la letra F pide una muestra de solo 10 mediciones
5. AQL (Nivel de Calidad Aceptable): 2.5%
6. Medición de los grados los Brix, acidez y pH de las 10 muestras, se saca el promedio y la desviación estándar.

Cálculo:

Promedio (x):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Índices de calidad (Q):

- Índice Superior (Qs):

$$Q_i = \frac{LCS - \bar{x}}{s}$$

- Índice Inferior (Qi):

$$Q_i = \frac{\bar{x} - LCI}{s}$$

7. Valor critico de aceptabilidad

Si el valor Q es mayor a una constante k de la tabla (para n=10 y AQL 2.5, k aproximadamente 1.41) el lote se acepta.

5.2.2 Plan de muestreo por variables (ISO 3951 / NB-ISO 3951) en la fermentación

1. Tamaño del Lote (N): 500 litros.
2. Nivel de Inspección: General II.
3. Letra Código: I
4. Tamaño de la Muestra (n): 25 muestras de 10 ml.
5. AQL (Nivel de Calidad Aceptable): 1.5% para parámetros de fermentación.
6. Mediciones de grados Brix y pH.

Cálculo:

Promedio(x):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Índices de calidad (Q):

- Índice Superior (Qs):

$$Q_s = \frac{LCS - \bar{x}}{s}$$

- Índice Inferior (Qi):

$$Q_i = \frac{\bar{x} - LCI}{s}$$

7. Valor Crítico de Aceptabilidad (k): 1.72

5.2.3 Plan de muestreo por variables (ISO 3951 / NB-ISO 3951) en la destilación

1. Tamaño del Lote (N): 112.5 litros
2. Nivel de Inspección: General II.
3. Letra Código: F
4. Tamaño de la Muestra (n): 10 tomas de muestra de 100 ml cada una (repartidas en el volumen de 112.5 L).
5. AQL (Nivel de Calidad Aceptable): 1.0%.
6. Variables a medir temperatura y grado alcohólico.

Para el lote de 112.5 litros, las 10 muestras deben extraerse de forma sistemática durante la salida del destilador o mediante un sacamuestras en diferentes niveles del tanque de recepción.

Cálculo:

Promedio (x):

Es el promedio del grado alcohólico de las 10 muestras.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Desviación Estándar (s):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Índices de Calidad (Q):

Límite inferior especificado (L) antes de la reducción es 70% v/v.

$$Q_L = \frac{\bar{x} - L}{s}$$

7. Valor Crítico de Aceptabilidad (k): 1.71

5.2.4 Plan de muestreo de producto final

El plan de muestreo del producto final se dividirá en dos planes de muestreo, uno por variables y otro por atributos.

5.2.4.1 Plan de muestreo por atributos del producto final

1. Tamaño del Lote (N): 150 botellas

2. Letra Código: F

3. Tamaño de Muestra (n): 20 botellas

4. Criterios de Aceptación según Gravedad (AQL):

- Defectos Críticos (Botella rota, sello de seguridad violado).

Ac (Acepta): 0 | Re (Rechaza): 1

- Defectos Mayores: (Etiqueta faltante, cápsula mal encogida).

AQL: 2.5

Ac (Acepta): 1 | Re (Rechaza): 2

- Defectos Menores (Etiqueta ligeramente chueca, caja manchada).

AQL: 4.0

Ac (Acepta): 2 | Re (Rechaza): 3

Procedimiento: Se seleccionan 20 botellas al azar. Si encuentras 2 defectos mayores, el lote completo de 150 botellas se rechaza y debe re-procesarse.

5.2.4.2 Plan de muestreo por variables del producto final

1. Tamaño del Lote (N): 150 botellas

2. Letra Código: C (S4)

3. Tamaño de Muestra (n): 4 botellas

4. AQL (Nivel Crítico) 1.0%

5. Criterio de Decisión (Índice de Calidad Q):

Variables a medir: Se miden 4 variables importantes; metanol, acidez, grado alcohólico y metales pesados (cobre, plomo)

Cálculo:

Promedio ($\bar{x}$)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Desviación estándar (s).

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Índices de Calidad (Q):

Índice Superior (Q_s):

$$Q_s = \frac{LCS - \bar{x}}{s}$$

Índice Inferior (Q_i):

$$Q_i = \frac{\bar{x} - LCI}{s}$$

Decisión: Si el valor Q es mayor o igual a la constante crítica ($k = 1.46$ para este plan), el lote se Acepta.

5.3 Índice de desempeño

El índice de desempeño Q_k de un proceso representa una métrica estadística integral que evalúa simultáneamente la precisión y la exactitud de una etapa productiva, como la destilación o fermentación en la Bodega Boutique Daroca. A diferencia de un promedio simple, esta fórmula cuantifica la calidad total al combinar la variabilidad con el sesgo.

$$Q_k = \frac{100\sqrt{\sigma^2 + (u - T)^2}}{T} (\%)$$

5.3.1 Índice de desempeño en la selección de materia prima

Límites de especificación de los grados brix (19- 23 grados brix)

Datos: 20- 21- 18- 19-20

Promedio (T): 19.6 °Brix.

Desviación (): 1.14.

Cálculo:

$$Q_k = \frac{100\sqrt{1.14^2 + (21 - 19.6)^2}}{19.6} \times 100(\%) = 9.21 \%$$

Un valor bajo Q_k de es positivo. Sin embargo, el promedio de 19.6 está cerca del límite inferior, lo que indica que la uva está entrando un poco "verde" respecto al objetivo de 21.

5.3.2 Índice de desempeño en la fermentación

Límites de especificación del grado alcohólico (10-13 grados)

Datos: 11.5 – 12 - 13 – 15 – 10

Promedio (T): 12.3 % v/v.

Desviación (): 1.89.

Cálculo:

$$Q_k = \frac{100\sqrt{1.89^2 + (11.5 - 12.3)^2}}{12.3} = 16.68 \%$$

Este Q_k es más alto debido al dato de 15%, que está fuera de los límites de especificación. Esto sugiere que algunas fermentaciones son demasiado intensas, lo que podría agotar las levaduras antes de tiempo o alterar los aromas.

5.3.3 Índice de desempeño de la destilación

Límites de especificación del grado alcohólico (50-70 grados)

Datos: 55- 60- 62- 68- 61

Promedio (T): 61.2 °GL.

Desviación (): 4.66.

$$Q_k = \frac{100\sqrt{4.66^2 + (60 - 61.2)^2}}{61.2} = 7.68\%$$

El promedio (61.2) está muy cerca del objetivo (60) y todos los datos están dentro de los límites de 50-70. Esto asegura un singani de alta calidad técnica para la etapa de reposo.

5.4 Manuales de procedimientos

Los manuales de procedimientos para aceptación de materia prima, fermentación, destilación y aceptación del producto final son fundamentales para estandarizar procesos en la producción de singani, reduciendo la variabilidad y asegurando cumplimiento normativo como NB 324001. Su implementación garantiza trazabilidad, repetibilidad y calidad consistente en bodegas artesanales. Esto minimiza los riesgos de no conformidades y fortalece la competitividad.

- **Aceptación de Materia Prima**

El manual define criterios claros como °Brix (13-13.5), estado sanitario y variedad Moscatel de Alejandría, evitando insumos defectuosos que propagan problemas a etapas posteriores. Previene pérdidas económicas por rechazos tardíos y asegura el punto de partida óptimo para fermentación. Facilitar auditorías y certificaciones al documentar inspecciones sistemáticas.

- **Fermentación**

Documenta condiciones controladas (higiene, levaduras, nutrientes, temperatura) para transformar azúcares en alcohol de manera predecible, evitando fermentaciones incompletas o contaminadas. Reducir variaciones organolépticas y mejorar el rendimiento, alineándose con métodos artesanales estandarizados. Permite capacitar personal y detectar desviaciones tempranas.

- **Destilación**

Establece parámetros para trasiego, separación de cabezas/colas y doble destilación en alambiques, capturando el "corazón" puro (37-45% vol.) según NB 324001. Garantiza pureza, transparencia y aromas frutales característicos, minimizando impurezas como metanol. Optimiza la eficiencia energética y seguridad operativa.

- **Aceptación de Producto Final**

Incluye pruebas físico-químicas (°GL, pH, alcohol), sensoriales y estabilidad post-embotellada, con criterios de rechazo por lotes vía NB/ISO 2859-1. Asegura inocuidad, conformidad legal y satisfacción del cliente antes de la comercialización.

Los manuales de procedimientos están adjuntos en el *Anexo 4*.

- **Etiquetado y encapsulado**

El manual establece criterios visuales claros para el control de calidad, en el etiquetado se definen los límites de tolerancia para la inclinación (en grados) y la ausencia de arrugas o manchas de pegamento.

En el encapsulado se especifica que la cápsula debe estar perfectamente entallada al cuello de la botella, sin pliegues irregulares y con el sistema de apertura fácil correctamente orientado.

5.4.1 Hojas de control y registro

Las hojas y planillas de control son la columna vertebral documental del sistema de control de calidad, ya que convierten los procedimientos en evidencia objetiva.

Estas herramientas de registro son los formatos estructurados que permiten al personal operativo y de laboratorio documentar mediciones, observaciones y decisiones en tiempo real a lo largo de toda la cadena de valor del Singani.

Su función principal es asegurar la trazabilidad completa de cada lote y la verificación del cumplimiento normativo.

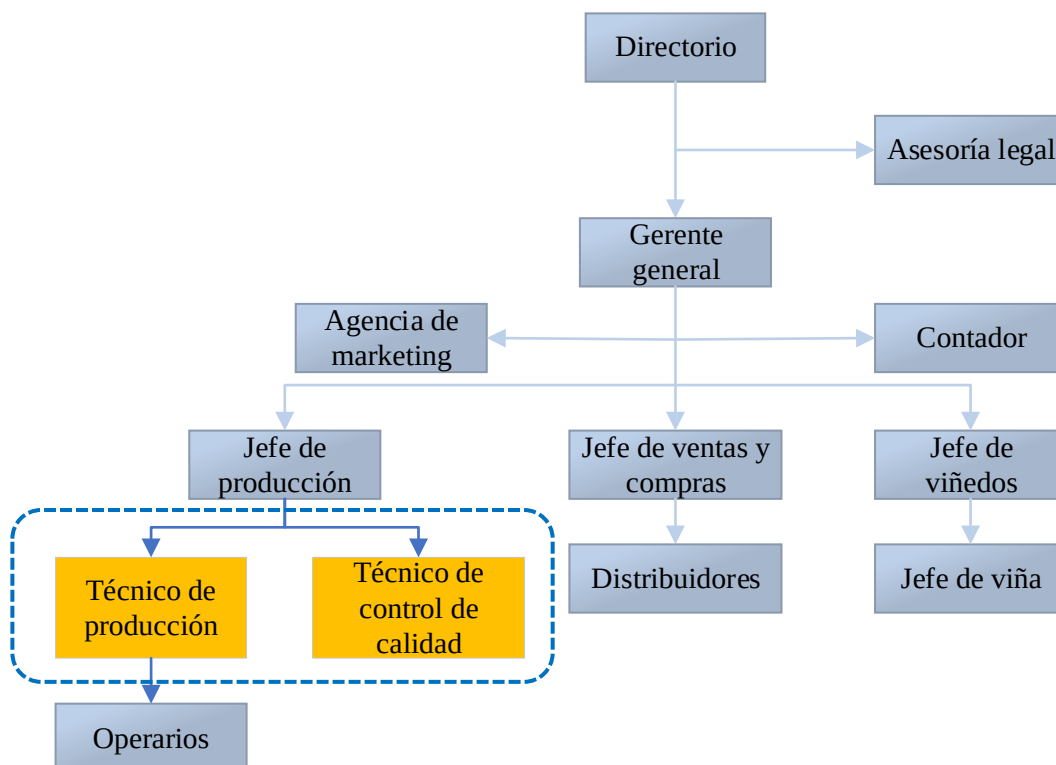
Cada planilla está diseñada específicamente para una etapa crítica adjuntas en el *Anexo 7*.

5.5 Formación del equipo de control de calidad

La implementación de un Sistema de Control de Calidad (SCC) en la bodega requiere formación del personal y la incorporación de nuevos empleados para garantizar la consistencia del producto, el cumplimiento normativo y la mejora continua de procesos.

Nuevos roles, como técnicos de producción y laboratorio, especializan tareas críticas que el personal actual no cubre, supervisando datos en tiempo real y liberando a la gerencia para planificación estratégica.

Figura 24. Equipo propuesto de control de calidad.



Fuente: Elaboración Propia, (2025).

5.5.1. Descripción de actividades del equipo de control de calidad

Implementar un técnico de Producción y un técnico de control de calidad/laboratorio fortalece la estructura organizacional de la bodega al especializar roles en ejecución operativa y análisis preciso. Estos cargos aseguran control efectivo de procesos críticos y cumplimiento de estándares como la NB 324001. Su integración reduce errores, optimiza recursos y eleva la calidad general.

Jefe de Producción: Debido al tamaño de la bodega y al presupuesto limitado deberá cumplir la función de jefe de producción y jefe de control de calidad por lo que deberá supervisar todas las operaciones productivas de la bodega, desde la evaluación de materia prima hasta la ejecución de los procesos de vinificación y destilación, asimismo deberá asumir la responsabilidad del sistema de control de calidad, supervisando la implementación de procedimientos, garantizando el cumplimiento de

parámetros fisicoquímicos, organolépticos, normativos y de inocuidad del vino y singani.

Técnico de Producción: Ejecutar y controlar las operaciones de producción de vino y singani bajo los lineamientos del jefe de Producción, asegurando el cumplimiento de parámetros operativos, POEs y estándares de calidad establecidos.

Técnico de Control de Calidad/laboratorio: Aplicar controles durante toda la cadena productiva, toma de muestras y análisis, vigilar la correcta ejecución de etapas como la vinificación, fermentación y estabilización, asegurando adherencia a los procedimientos. Realizar análisis físico-químicos y microbiológicos de los diferentes lotes de los productos para asegurar su estandarización, bajo supervisión del Jefe de Producción/Control de Calidad.

Para la descripción completa revisar el Manual de Funciones del Anexo 3.

5.6. Plan de capacitación para el personal de bodega

Este plan de capacitación se divide en tres partes estratégicas

5.6.1. Módulos Fundamentales

Tabla 15. Fase 1 Plan de capacitación.

Módulo	Objetivo Específico	Contenido Clave	Dirigido a	Responsable
1. Introducción al SCC y NB 324001	Comprender la importancia estratégica del SCC, el cumplimiento de la Norma Boliviana.	Requisitos de la NB 324001. Metodología de las 5S aplicadas a la calidad. Principios de Trazabilidad.	GG, JP, TCC, TP, OP	JP / Consultor
2. Documentación y Registros	Entender el uso de los manuales de procedimientos y los formatos de registro para asegurar la trazabilidad.	Uso de los manuales de procedimiento (M.P. de Recepción, M.P. de Destilación). Llenado de fichas de control	JP, TC, C, TP	TCC

		de lotes y tanques.		
3. Inocuidad y Metales Pesados	Conocer los riesgos sanitarios asociados al metanol, cobre y plomo y el impacto del control en la salud pública.	Límites legales de contaminantes. Acciones correctivas ante el incumplimiento.	GG, JP, TCC, TP	TCC / Laboratorio Externo

Fuente: Elaboración propia

5.6.2. Módulos de Control Operacional por Etapa

Tabla 16. Fase 2 Plan de capacitación.

Etapa del Proceso	Objetivo Específico	Variables de Control (Contenido)	Roles con Enfoque Operacional
1. Selección de Materia Prima	Asegurar que solo la uva con las especificaciones técnicas ingrese a bodega.	M.P. de Aceptación de Uva. Técnicas de Muestreo Representativo. Medición de Brix, pH y Sanidad. Criterios de Aceptación/Rechazo.	JP (Decisión final), TCC (Análisis), OP (Muestreo y Registro).
2. Fermentación y Trasiego	Controlar las variables que definen el perfil aromático y químico del vino base.	Límites de Control Estadístico para Temperatura (15–20°C) y Acidez Volátil (AV<0.5 g/L). Monitoreo de Densidad para detectar paradas. M.P. de Trasiego: Técnicas para minimizar la Oxidación.	JP (Supervisión), TP (Ajuste de Temperatura), OP (Lectura de T° y Densidad).
3. Separación de Corazón (Destilación)	Garantizar la pureza del destilado y el cumplimiento de los límites de Metanol mediante el fraccionamiento preciso.	M.P. de Puntos de Corte: Definición organoléptica y por grado alcohólico del inicio y fin del corazón (60-75% v/v). Acciones Correctivas ante alto Metanol. Uso del alcoholímetro y termómetro.	JP (Autorización de corte), TCC (Análisis de Metanol), TP (Ejecución del corte), OP

			(Lectura de T° y Flujo).
4. Embotellado	Asegurar la estabilidad y la vida útil del producto en la botella.	Control del oxígeno Disuelto Total (TPO) (TPO<0.5 ppm). Calibración de la llenadora para Nivel de Llenado. M.P. de Muestreo para la Prueba de Estabilidad al Frío.	JP (Liberación del lote), TCC (Medición de TPO), TP (Calibración de la máquina), OP (Inspección visual del sellado).

Fuente: Elaboración propia, (2025).

5.6.3 Enfoque por Roles

Tabla 17. Fase 3 Plan de capacitación.

Puesto	Enfoque de la Capacitación	Participación Mínima
Gerente General (GG)	Estratégico y Financiero: Trazabilidad, cumplimiento legal (NB 324001), análisis Costo-Beneficio del SCC y asignación de recursos para la calidad.	Módulos 1, 3 (Inocuidad).
Jefe de Producción (JP)	Toma de Decisiones: Definición de los límites de Control, autorización de las acciones correctivas (ej. re-inoculación o descarte de cabezas), gestión de desviaciones y validación de todos los Manuales de Procedimiento.	Todos los Módulos Operacionales y Fundamentales.
Técnico de Control de Calidad (TCC)	Análisis e Instrumentación: Calibración y uso de equipos (pH-metro, TPO-metro, alcoholímetro), ejecución de análisis de AV/Metanol, y realización de la Prueba de Estabilidad al Frío.	Todos los Módulos, con énfasis en el Muestreo y la Medición.
Técnico de Producción (TP)	Supervisión de la Ejecución: Verificación de las lecturas de los Operarios, cumplimiento de los M.P. en el día a día y mantenimiento de los Estándares 5S en su área.	Módulos Operacionales y Documentación (Módulo 2).
Operarios (OP)	Ejecución y Registro Básico: Correcta toma de muestras de uva y vino, lectura	Módulo 1 (Fundamentos), y

	de T _o , registro de datos en el formato del tanque, y aplicación de los POE-SSO de seguridad.	Módulos Operacionales específicos de su puesto.
--	---	---

Fuente: Elaboración propia, (2025).

5.7 Propuesta de gráficos de control

Las gráficas de control son herramientas estadísticas fundamentales que permiten monitorear la estabilidad de los procesos, alertar sobre desviaciones y garantizar la uniformidad del producto final conforme a la NB 324001.

Tabla 18. Gráfica de control para la materia prima.

Según el lote y tamaño de muestra

Parámetro	Tipo de muestreo	Gráfica Propuesta	Objetivo y Aplicación
Grados Brix y pH de la Uva	Muestreo por variables	Grafica X-R	Objetivo: Monitorear la uniformidad de la madurez en las entregas diarias de uva.
Sanidad de la Uva	Muestreo por atributos	Grafica NP (Número de unidades defectuosas)	Objetivo: Monitorear el porcentaje de racimos con defectos (moho, pudrición, daño mecánico) en la recepción.

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Tabla 19. Gráfica de control para la fermentación.

Parámetro	Tipo de muestreo	Gráfica Propuesta	Objetivo y Aplicación
Temperatura de Fermentación	Muestreo por variables	Gráfica de control X-barra y R	Objetivo: Asegurar que la temperatura (15°C a 20°C) se mantenga dentro del rango óptimo para la supervivencia de la levadura y la conservación de los aromas.
Acidez Volátil (AV) del Vino Base	Muestreo por variables	Gráfica de control X-barra	Objetivo: Es la gráfica más importante para el vino base. Alerta sobre desviaciones del límite crítico (AV<0.5 g/L), indicando problemas de

			contaminación bacteriana que arruinarán el destilado.
Densidad Final	Muestreo por variables	Gráfica de control X-barra	Objetivo: Confirmar que la fermentación ha finalizado y que el vino base es seco (Densidad<0.995), previniendo azúcar residual no deseado.

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Tabla 20. Gráfica de control para la destilación.

Parámetro	Tipo de muestreo	Gráfica Propuesta	Objetivo y Aplicación
Metanol en la Fracción Corazón	Muestreo por variables	Gráfica de control X-barra	Objetivo: Verificación de Inocuidad (NB 324001). Monitorea el nivel de Metanol en el Corazón recolectado para asegurar que siempre esté por debajo del límite legal (Máx 300 g/hL AA). La desviación fuera del LCS (Límite Superior de Control) requiere un reproceso inmediato.
Grado Alcohólico del Corazón Recolectado	Muestreo por variables	Gráfica de control X-barra y R	Objetivo: Monitorear la consistencia del grado alcohólico en el tanque de mezcla, asegurando que el corte de Cabezas y Colas se realiza siempre entre 60% y 75% v/v.

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Tabla 21. Gráfica de control para producto final.

Parámetro	Tipo de muestreo	Gráfica Propuesta	Objetivo y Aplicación
Grado Alcohólico Final	Muestreo por variables	Gráfica de control X-barra	Objetivo: Garantizar que el producto final embotellado cumpla con el requisito legal exacto de 40% v/v. Muestra la precisión del cálculo de dilución con agua desmineralizada.
Oxígeno Disuelto Total (TPO) en Botella	Muestreo por variables	Gráfica de control X-barra	Objetivo: Control de Vida Útil. Monitorea la efectividad del equipo de llenado y el sellado, asegurando que el TPO se mantenga por debajo del límite crítico (ej. 0.5 ppm) para evitar la oxidación y la pérdida de aromas florales.

Turbidez Post- Embotellado	Muestreo por atributos		Objetivo: Monitorear la estabilidad visual y la eficacia de la filtración final. Alerta sobre inestabilidad química (ej. sales, aceites) que podrían causar turbidez en el lineal del mercado.
----------------------------------	------------------------------	--	--

Fuente: Elaboración propia, (2025).

CAPÍTULO VI
ANÁLISIS ECONÓMICO
FINANCIERO

6. ANÁLISIS ECONÓMICO FINANCIERO

6.1. Laboratorio Interno en la Bodega

Se invertirá en el equipamiento de un laboratorio propio dentro de las instalaciones de la bodega. Este enfoque fortalece la autonomía operativa, permite controles en tiempo real durante la destilación y fermentación.

6.1.1 Costo de equipos de laboratorio

La implementación del SCC requiere la adquisición y/o actualización de instrumentos que permitan monitorear las variables críticas identificadas.

Tabla 22. Costo de equipos de laboratorio (HANNA).

No.	Equipos	Cantidad	Proveedor	Precio unitario bs	Precio bs
1	pHmetro Portátil para Vinos con HI 1048D	1	HANNA	8530	8.530
2	Solución pH 7,01, 500 ml. c/certificado	1	HANNA	250	250
3	Solución de pH 3.00, 500 ml.	1	HANNA	530	530
4	Solución de pH 10,01, 500 mL. c/ certificado	1	HANNA	250	250
5	Refractómetro digital,pot.alcohol 0-50%Brix	1	HANNA	3990	3.990
6	Termómetro robusto para HACCP -50 a 220°C	1	HANNA	1320	1.320
No.	REACTIVOS	Cantidad			
7	Reactivo 0.1 N NaOH, 1L	1	HANNA	340	340
8	Agua Destilada 3.75 L	1	HANNA	430	430
9	Ácido Sulfúrico 25% 500 ml	1	HANNA	590	590
	TOTAL				16.230

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Tabla 23. Costo de equipos de laboratorio suplementarios.

No.	EQUIPOS	Cantidad	POSIBLES PROVEEDORES	PRECIO UNITARIO Bs	PRECIO Bs	PRECIO TOTAL + Tx importación Bs
1	Báscula 0.050-15 Kg	1	Distribal	700	700	840
2	Termómetro Químico De Vidrio	2	Everglass	103	206	247
3	Set Buretas para la titulación (de 25 ml)	1	Genérica	460	460	552
4	Soporte universal de buretas	1	Labklass	422	422	506
5	Bureta Automática 25ml Con Frasco De 1000ml	1	ELABGLASS	2472	2.472	2.966
6	Matraces Erlenmeyer Graduado (250 ml).	5	Genérica	32,8	164	197
7	Matraz aforado de 200 ml	2	Genérica	275	550	660
8	Probeta graduada de 500 ml	1	LABZ	288	288	346
9	Probeta graduada de 100 ml	2	Henso Medical Co.,Ltd	50	100	120
10	Probeta lisa de 250ml	1	Henso Medical Co.,Ltd	147	147	176
11	Pipeta de doble aforo de 10 ml	1	ELABGLASS	114	114	137
12	Pipetas graduadas de 5ml	2	HDA	28	56	67
13	Pipetas graduadas de 25ml	2	Nameco	51	102	122
14	Juego de vasos de laboratorio de borosilicato	1	Genérica	171	171	205
15	Alcohómetro Gay Lussac	1	Genérica	220	220	264

16	Batería de destilación.	1	HDA	1187	1.187	1.424
17	Auxiliar de pipeteado ergonómico (0,1-25 mL)	1	BOECO	206	206	247
18	Microscopio óptico	1	G TOOLS	2660	2.660	3.192
19	Picnómetro Tipo Hubbard Cilíndrico 24ml	1	IVA/Duran Schott	2346	2.346	2.815
20	Refractómetro 0- 90 Brix	1	Brewery Supplies	187	187	224
No.	REACTIVOS	Cantidad				-
20	Hidróxido De Sodio (soda Caustica) 99%	1Kg	Icasa	110	330	396
21	Indicador Solución Azul De Bromotimol	60ml	Salttech	74	74	89
22	Solución de fenolftaleína	60ml	Salttech	64	64	77
						15.871

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Tabla 24. Capacitación de personal.

Módulo de Capacitación	Participantes	Costo Unitario (Bs)	Costo Anual (Bs)
Manejo de Equipos Hanna	2	750	1500
Muestreo (NB 2859)	2	300	600
Calidad Singani (NB 324001)	4	667	2668
TOTAL ANUAL			4768

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Tabla 25. Inversión total.

Laboratorio Interno en la Bodega		Costo (Bs)
1	Costo de equipos de laboratorio	32.101
2	Capacitación de personal	4768
3	Mesas, sillas y materiales de escritorio	4451
	COSTO TOTAL, POR UN AÑO	41320

Fuente: Elaboración propia, (2025).

Adjunto en el Anexo 8 la cotización oficial de Hanna.

6.3 Indicadores de Rentabilidad (KPIs)

6.3.1 ROI

El ROI mide la rentabilidad del Sistema de Control de Calidad en relación con la inversión realizada, este indicador refleja cuánto beneficio genera cada boliviano invertido.

$$ROI = \frac{\text{Ahorro anual}}{\text{inversion total}} \times 100$$

Tabla 26. Ahorro anual.

Concepto de Ahorro	Cálculo Estimado	Ahorro Anual (Bs.)
Eliminación de Mermas	Reducción del 7% de pérdida de alcohol por mal corte.	7,200
Optimización de Insumos	Ahorro del 15% en químicos por medición exacta.	1,800
Ahorro en Análisis Externos	Realización de pruebas internas con los nuevos equipos.	2,500
TOTAL, AHORRO ANUAL (S)		11500

Fuente: Elaboración propia, (2025).

$$ROI = \frac{11500}{41320} \times 100$$

$$ROI = 27.83\%$$

Analizando el valor del ROI obtenido se establece que la implementación de Sistema de Control de la Calidad para la Bodega Boutique Daroca genera un rendimiento de la inversión del 27.83 %, lo cual se considera atractivo en el sector, ya que el mismo se enfocará en el ahorro de costos adicionales en los que incurre la empresa al carecer de un SCC propio.

7.3.2 Periodo de Recuperación de la Inversión (Payback)

El Payback determina el tiempo exacto que le tomará a la Bodega Boutique Daroca recuperar el capital invertido para implementar el sistema.

$$Payback = \text{Año antes de recuperacion} + \frac{\text{Flujo Acum antes de recuperación}}{\text{Flujo despues de la recuperación}}$$

Tabla 27. PayBack

Periodo	0	1	2	3	4
Inversión	41320				
Ahorros		11500	11500	11500	11500
Flujo Act.	-41320	11500	11500	11500	11500
Flujo Acum.	-41320	-29820	-18320	-6820	4680

$$Pay\ Back = 3 + \frac{6820}{11500} = 3,59\ años$$

Pay Back= 3 años, 7 meses

➤ 1.27 años, aproximadamente 15 meses

El periodo de recuperación de la inversión o Payback es de 15 meses. Esto significa que, en un plazo de un año y tres meses, los ahorros generados por la eficiencia operativa y la disminución de productos no conformes habrán cubierto la totalidad de los costos de implementación.

CAPÍTULO VII
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

De acuerdo al desarrollo del presente trabajo se concluye lo siguiente:

- Se diseñó exitosamente un Sistema de Control de Calidad (SCC) integral para la Bodega Boutique Daroca, que logrará la transición de una producción basada en el conocimiento empírico hacia una gestión técnica estandarizada. La implementación de este sistema garantizará la consistencia sensorial y fisicoquímica del singani de altura, asegurando que cada lote cumpla con los estándares de excelencia de la bodega.
- La Bodega Boutique Daroca cuenta con condiciones adecuadas para la producción de singani de altura, utilizando uva Moscatel de Alejandría y procesos tradicionales de destilación; sin embargo, se evidenció una alta dependencia del conocimiento empírico del personal, limitada sistematización de registros y ausencia de protocolos formales de control de calidad, lo que genera variabilidad en algunos parámetros fisicoquímicos y sensoriales del producto, la identificación de los defectos de calidad fue fundamental para priorizar los puntos críticos.
- Se identificaron los procesos críticos dentro de la línea de producción, particularmente en las etapas de recepción de materia prima, fermentación, destilación y etiquetado/envasado, donde variables como °Brix, pH, temperatura, acidez y grado alcohólico influyen directamente en la calidad del singani y en el cumplimiento de los requisitos establecidos por la Norma NB 324001:2015.
- La elaboración y la implementación de manuales de procedimiento y protocolos de control de calidad permitirán formalizar las actividades operativas dentro de la bodega, definiendo responsabilidades, métodos de análisis y criterios de aceptación para cada etapa del proceso productivo, contribuyendo a la estandarización de operaciones y reducción del margen de error.
- La estandarización documental, a través de los manuales de procedimiento, es la herramienta que elimina la dependencia del conocimiento empírico en la Bodega

Boutique Daroca, la formalización de tareas permite que el proceso sea reproducible, logrando una reducción directa en la variabilidad del producto final.

- Se establecieron rangos de aceptación técnica para los principales parámetros fisicoquímicos, alineados con los requisitos de la Norma NB 324001:2015, incluyendo el grado alcohólico del destilado, los límites permitidos de metanol, así como niveles controlados de acidez y pH, garantizando la estabilidad del producto y la conservación del perfil organoléptico característico del singani de altura.
- La implementación de planes de muestreo basados en criterios estadísticos representa un avance en la eficiencia operativa de la bodega, el muestreo permite un control riguroso de los lotes de Singani sin incurrir en los costos prohibitivos de una inspección total, asegurando con un alto nivel de confianza que parámetros críticos como el metanol y la acidez total cumplen con la Norma NB 324001 antes de salir al mercado.
- Se diseñaron protocolos de acción correctiva para las etapas críticas seleccionadas, permitiendo ajustar variables críticas del proceso en caso de desviaciones detectadas durante los análisis de control, lo cual reduce significativamente la probabilidad de pérdida o descarte de lotes de producción.
- Las acciones correctivas transforman el sistema de un simple registro de datos en una herramienta de mejora continua, al establecer respuestas inmediatas ante desviaciones la bodega minimiza el desperdicio de insumos y evita que productos no conformes lleguen al consumidor, protegiendo así la reputación y el valor de marca de Daroca.
- El análisis económico demuestra que la implementación del Sistema de Control de Calidad es financieramente viable, debido a que mejora la eficiencia operativa, reduce mermas de producción y optimiza el control del proceso. El proyecto presenta un retorno sobre la inversión (ROI) estimado del 57% a partir del segundo año, considerando una inversión inicial de 32.101 Bs, con un periodo de recuperación de la inversión (Payback) de aproximadamente 15 meses.

7.2 Recomendaciones

De acuerdo al desarrollo del presente trabajo se recomienda lo siguiente:

- El Sistema de Control de Calidad (SCC) diseñado en el presente proyecto ha sido estructurado específicamente para la línea de Singani de Altura bajo los estándares de la norma NB 324001; sin embargo, dada la similitud en las etapas críticas de recepción de materia prima y fermentación, este diseño debe servir como base técnica para el control de calidad de otros productos de la bodega, como sus vinos varietales. Puesto que la empresa aún no cuenta con sistemas de control formalizados para todas sus líneas.
- Mediante la creación del comité de calidad interdisciplinario permanente, liderado por la gerencia general y el jefe de producción, se recomienda reunirse periódicamente para revisar los resultados de las gráficas de control, analizar los informes de no conformidades y aprobar las acciones correctivas que involucren inversiones o cambios en los procedimientos.
- Mantener una actualización periódica de los manuales de procedimientos y manuales de funciones e incorporar capacitaciones técnicas al personal para asegurar la correcta aplicación de los protocolos establecidos.
- Destinar recursos exclusivos para el mantenimiento del SCC, asignar un presupuesto anual específico para la calibración y el mantenimiento preventivo de la instrumentación clave, así como para el suministro continuo de reactivos de laboratorio.
- Se recomienda la adquisición de un equipo rápido de medición de plomo para realizar los análisis en tiempo real durante el corte de las cabezas de la destilación, de lo contrario, se debe establecer un convenio de servicio con un laboratorio externo certificado para garantizar la entrega de resultados en menos de 4 horas durante la operación de destilación.
- Consolidar la implementación del sistema de control de calidad como una estrategia de fortalecimiento competitivo de la bodega, permitiendo mejorar la confiabilidad

del producto, facilitar el cumplimiento de requisitos regulatorios del SENASAG y abrir oportunidades para el posicionamiento del singani de altura en mercados especializados y potenciales procesos de exportación.