

Universidad Tecnológica ECOTEC

Título del trabajo:

Evaluación del sistema actual de limpieza y secado y propuesta de diseño de aumento de planta para elaboración de productos derivados del maíz en una empresa de secado de maíz situada en la provincia de Los Ríos

Línea de Investigación:

Gestión de los procesos productivos y operativos industriales

Modalidad de titulación:

Trabajo de integración curricular

Carrera/programa:

Ingeniería Industrial

Título a obtener:

Ingeniero Industrial

Autor (a):

Renzo Damian Ledesma Llanos

Tutor:

PhD. Pedro José Tobar Espinoza

Samborondón – Ecuador

2024

AGRADECIMIENTO

Primero que nada, agradecer a Dios por darme salud y vida para lograr un objetivo de los tantos que vendrán; a mis padres, por ser mi apoyo y pilar en cada paso que eh dado, su sacrificio y esfuerzo me han enseñado que la vida tiene sus altos y bajos, pero lo importante es jamás rendirse y aprender de cada caída; a mi familia, por brindarme ánimos y porras para seguir y no desistir, y para mis seres queridos que ya no los tengo presentes, pero los prometí que lo iba a lograr, este logro también es por ustedes. A mis mentores, por compartir sus conocimientos y experiencia en cada materia, su guía y gran profesionalismo se verá reflejado en mi persona como profesional. Y por último, a mí mismo por la perseverancia y el esfuerzo durante toda la carrera universitaria, cada granito de arena se ve reflejado en este logro.

**PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 16 de Diciembre de 2024

Magíster

Erika Ascencio

Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza
Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO "EVALUACIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE LIMPIEZA Y SECADO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE AUMENTO DE PLANTA PARA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DEL MAÍZ EN UNA EMPRESA DE SECADO DE MAÍZ SITUADA EN LA PROVINCIA DE LOS RÍOS" fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza al estudiante: LEDESMA LLANOS RENZO DAMIAN, para que proceda con la presentación oral del mismo.

ATENTAMENTE,



SELECCIÓN AUTOMÁTICA 2024
**PEDRO JOSE TOBAR
ESPINOZA**

Firma

PhD. Pedro José Tobar Espinoza
Tutor

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

LEDESMA LLANOS RENZO DAMIAN

5%
Textos sospechosos

5% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
< 1% Idiomas no reconocidos

Nombre del documento: LEDESMA LLANOS RENZO DAMIAN.docx
ID del documento: b32d7a340b2f4cb3a58a8d17db9cca7b99a6647c
Tamaño del documento original: 4,04 MB
Autores: []

Depositante: DIEGO ANDRES PEÑA ARCOS
Fecha de depósito: 16/12/2024
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 16/12/2024

Número de palabras: 10.723
Número de caracteres: 66.185

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uteq.edu.ec https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6740/1/T-UTEQ-116.pdf 1 fuente similar	3%		Palabras idénticas: 3% (364 palabras)
2	revistabionatura.com https://revistabionatura.com/files/n2023.08.04.101.pdf	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (72 palabras)
3	Documento de otro usuario #ad3b9c El documento proviene de otro grupo	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)
4	sdiindustrial.com.mx transportador helicoidal ¿Qué es y principales ventajas? https://sdiindustrial.com.mx/blog/transportador-helicoidal-tipo-bazuca/ 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (21 palabras)

Contenido

AGRADECIMIENTO	2
RESUMEN	10
Capítulo 1: Introducción.....	11
1.1 Contexto Histórico Social Del Objetivo Del Estudio.....	12
1.2 Antecedentes.....	13
1.3 Planteamiento del problema	15
1.4 Objetivos.....	16
1.5 Justificación	16
Capítulo 2: Revisión de la Literatura / Marco Teórico	17
2.1 Marco Teórico Fundamental	17
2.2 Marco Conceptual.....	24
Capítulo 3: Metodología del Proceso de Investigación	31
3.1 Enfoque de la investigación	31
3.2 Alcance de Investigación	31
3.3 Delimitación de la investigación.....	32
3.4 Población y muestra	32
3.5 Método de recopilación de datos	34
3.6 Análisis del estado actual	35
3.6.1 Descripción general del proceso operativo de secado y limpieza de maíz	35
3.6.1.1 Fase 1 - Recepción.....	36

3.6.1.2 Fase 2 - Secado	38
3.7 Identificación de desperdicios en el proceso operativo	52
3.7.1 Desperdicio por productos defectuosos	52
3.7.2 Desperdicios por espera	54
3.7.3 Desperdicios por sobre proceso	54
3.7.4 Desperdicio de almacenamiento	55
3.8 Identificación de problemas en proceso operativo	56
3.9 Otros factores identificados	56
Capítulo 4. Análisis de Resultados	58
4.1 Resultados.....	58
4.1.1 Propuesta de mejora del proceso	58
4.1.1.1 Plan de mejora y preservación de maquinaria	59
4.1.1.2 Propuesta de mejora de tiempos	64
4.1.2 Propuesta de aumento de planta	66
4.2.3.1 Tecnología y maquinaria.....	69
4.2.3.2 Beneficios	70
Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones.....	71
5.1 Conclusiones	71
5.2 Recomendaciones	71
Referencias	73

Contenido de figuras

Figura 1. Producción de maíz a nivel mundial	18
Figura 2. Comparación de producción de maíz 2023/24.....	19
Figura 3. Superficie y rendimiento de cultivo de maíz.....	23
Figura 4. Participación de empresas por provincia	24
Figura 5. Grado de humedad de los granos	27
Figura 6. Ubicación del Cantón Pueblo Viejo	32
Figura 7. Diagrama de flujo del proceso actual.....	35
Figura 8. Método de toma de muestra	36
Figura 9. Medidor de humedad.....	37
Figura 10. Descargar maíz en tendal.....	37
Figura 11. Ingreso de maíz en secadora	39
Figura 12. Funcionalidad de una secadora horizontal.....	39
Figura 13. Cámara de secado	42
Figura 14. Plancha de acero perforada.....	42
Figura 15. Ventilador y Quemador	43
Figura 16. Pre-limpia	44
Figura 17. Tuzas y hojas de maíz	45
Figura 18. Polvillo de maíz.....	45
Figura 19. Silos para almacenamiento.....	46
Figura 20. Maíz almacenado y apilonado en galpón	47
Figura 21. Transportador Helicoidal basuca	48
Figura 22. Funcionamiento del transportador helicoidal.....	48

Figura 23. Diagrama de recorrido del proceso de secado y limpieza de maíz.....	49
Figura 24: Simulación del proceso actual:	50
Figura 25: Cursograma analítico	51
Figura 26: Factores que afectan la calidad del maíz seco.....	53
Figura 27: Residuos acumulados en pre-limpia.....	55
Figura 28: Diagrama de Ishikawa del proceso operativo	56
Figura 29: Plancha perforada	57
Figura 30: Maíz en tendal	58
Figura 31: Normas para recepción de maíz húmedo	63
Figura 32: Formato cursograma (propuesta de mejora).....	65
Figura 33: Simulación	66
Figura 34. Tendencia de mercado de harina de maíz hasta 2028	67
Figura 35. Diagrama de flujo para fabricación de harina de maíz.....	68

RESUMEN

El documento aborda la evaluación del sistema actual de limpieza y secado de maíz en una empresa ubicada en la provincia de Los Rios, en donde se analiza cada parte del proceso para identificar las deficiencias en la maquinaria, tiempos de botella, y errores que se manejan durante el proceso, una vez identificado se realizó un diagrama de la espina de pescado para englobar todos los factores encontrados para así realizar el análisis correspondiente para proponer una mejora al proceso actual, y como adicionalmente, proponer un aumento de planta para que la empresa ofrezca productos derivados del maíz, como es caso de harina de maíz.

Capítulo 1: Introducción

El proceso de producción de maíz, así como su conservación, ha evolucionado en paralelo a la mejora de los métodos de cultivo. Una etapa esencial en este proceso es el secado, ya que el grano de maíz, al ser recibido en un estado húmedo, requiere un secado inmediato para evitar la pérdida de calidad y prevenir el calentamiento que podría degradarlo. Dicha necesidad ha impulsado a las empresas a invertir en instalaciones adecuadas para el almacenamiento (Mercedes, Mancheno, Jácome, Murillo, & Cuenca, 2023).

Es así que las empresas ecuatorianas dedicadas a brindar el servicio de secado de maíz, se enfocan en la inversión de instalaciones más sofisticadas y así ofrecer un servicio y producto de calidad, por lo que, existe un interés en evaluar el sistema actual de secado y limpieza de maíz de la empresa en estudio ubicada en la provincia de Los Ríos y validar que está contemple un correcto funcionamiento y no existan pérdidas de tiempo por reproceso, recursos, entre otros aspectos. Y como parte final, proponer un diseño de aumento de planta para la instalación de maquinaria y ofrecer productos derivados del maíz.

Para alcanzar estos objetivos, se deberá realizar un diagnóstico y una evaluación exhaustiva del sistema actual utilizando las metodologías de Diagrama de Ishikawa, Diagramas de flujo, entre otras; con los resultados obtenidos se tomarán las decisiones correspondientes que pueden conllevar un cambio o no en el flujo del proceso; posteriormente plantear un diseño para el aumento de planta y un incremento de la producción, la adquisición de nueva maquinaria que servirá para ofrecer productos derivados del maíz, con el fin de incrementar sus ventas logrando de esta manera un crecimiento sostenido y de aceptación en el mercado nacional.

1.1 Contexto Histórico Social Del Objetivo Del Estudio

En la segunda mitad del siglo XX, la modernización agrícola en Ecuador trajo consigo la introducción de tecnologías más avanzadas en el procesamiento del maíz, como los sistemas de limpieza y secado mecanizado. Sin embargo, el desarrollo tecnológico ha sido desigual, y muchas empresas del sector aún enfrentan retos para optimizar sus procesos, especialmente en cuanto a eficiencia energética, costos operativos y la reducción de pérdidas postcosecha. En este contexto, los sistemas de secado se han vuelto cruciales, dado que el maíz cosechado en la región suele tener altos niveles de humedad debido al clima tropical, lo que requiere un secado adecuado para evitar el deterioro del grano y mejorar su calidad comercial (Mancheno, Moreira, Jácome, Padilla, & Remache, 2023)

A nivel mundial, las innovaciones en el secado de granos han estado orientadas a mejorar la eficiencia térmica, reducir el impacto ambiental y garantizar la uniformidad del secado, aspectos que todavía representan desafíos para muchas empresas locales. En Ecuador, y particularmente en la provincia de Los Ríos, la agricultura sigue siendo una actividad vital, y la implementación de sistemas adecuados de postcosecha, como la limpieza y secado del maíz, se vuelve determinante para mantener la competitividad de las empresas en el mercado nacional e internacional.

El maíz es considerado una de las fuentes principales de alimento en el Ecuador, tanto para consumo humano como animal. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador, las provincias con mayor producción de maíz son Manabí, Santa Elena, Loja, Los Ríos y El Oro con un valor de 1,806,819 toneladas de maíz con una superficie cosecha de 284,700 hectáreas.

La provincia de Los Ríos, situada en la región litoral de Ecuador, es reconocida por su importante aporte al sector agrícola del país, siendo una de las principales zonas productoras de maíz. Desde el año 2010 hasta el 2022 la provincia de Los Ríos ha producido un valor promedio de 4.5 t/ha por año, siendo así que en año 2019 alcanzó su mayor rendimiento en cuanto a producción de maíz con un valor de 6.97 t/ha.

Históricamente, el maíz ha sido un cultivo clave para la economía ecuatoriana, con una producción que se remonta a tiempos precolombinos, cuando ya era un alimento básico de las civilizaciones indígenas. A lo largo del siglo XX, el cultivo del maíz experimentó una expansión significativa en la región debido a factores como el aumento de la demanda interna y la implementación de políticas agrarias que incentivaron la producción a gran escala (Mancheno, Moreira, Jácome, Padilla, & Remache, 2023).

La empresa objeto de estudio, dedicada al secado de maíz, opera en este entorno, con sistemas que desde el punto de vista personal deben ser evaluados en función de su eficiencia e impacto ambiental, en un contexto donde la modernización y optimización de procesos resulta fundamental para afrontar los desafíos del mercado nacional.

Este contexto histórico proporciona una visión general de la relevancia del maíz en la región, la evolución de las tecnologías de secado y las circunstancias actuales de la industria, preparándose para analizar el sistema actual de la empresa en cuestión.

1.2 Antecedentes

Según Agirre Valdivieso en su tesis “Plan de negocios para la instalación de un centro de recepción, secado, limpieza y comercialización de maíz en el Cantón Pinal de la provincia de Loja” nos indica que al existir una gran abundancia de materia prima (maíz) en el sector Pindal, se vio la necesidad de crear un centro de recepción, secado, limpieza y comercialización de maíz

y que los agricultores no tengan que realizar viajes al exterior de la provincia para comercializar el producto (Aguirre Valdivieso, 2013).

Por otro lado, en las provincias de Guayas y Los Ríos el maíz sigue siendo un cultivo importante y es parte vital de los centros de producción de la zona. Por lo que los agricultores continúan optando por implementar nuevas tecnológicas para mejorar la producción y calidad del maíz, ya que les ayuda a competir en el mercado nacional e internacional. Sin embargo, al optar por las nuevas tecnológicas y prácticas agrícolas modernas se debe considerar los impactos ambientales y sociales que éstas pueden generar (Carrasco Vargas, Montero Flores, Cobos Mora, & Gómez Villalva, 2023).

Según los autores del artículo “Historia del maíz en tiempos ancestrales” se menciona que una de las principales zonas productoras de maíz, las empresas se han enfocado en mejorar sus sistemas de *limpieza y secado* para aumentar la competitividad en el mercado. No obstante, la *alta humedad* típica de la región, debido a su clima tropical, ha hecho que las tecnologías de secado sean un reto constante. En este sentido, estudios realizados sobre las condiciones climáticas de la costa ecuatoriana resaltan que las empresas deben adoptar sistemas de secado adaptados a estas particularidades, como métodos de secado a baja temperatura o secadores solares (Carrasco Vargas, Montero Flores, Cobos Mora, & Gómez Villalva, 2023).

Las investigaciones también destacan la importancia de la “eficiencia energética” en los sistemas de secado, un aspecto que aún requiere mejoras significativas en el país. En este contexto, el trabajo de estos autores sobre el impacto de la modernización tecnológica en la producción de maíz en Ecuador concluye que la actualización de los equipos de secado y limpieza puede no solo reducir las pérdidas postcosecha, sino también mejorar la competitividad de las empresas del sector (Carrasco Vargas, Montero Flores, Cobos Mora, & Gómez Villalva, 2023).

Diversos estudios han señalado que la “optimización de los sistemas de limpieza y secado de maíz” no solo contribuye a una mejor calidad del producto final, sino que también es esencial para cumplir con los estándares internacionales de comercialización. Por lo tanto, la evaluación del sistema actual de secado y limpieza en empresas de la provincia de Los Ríos resulta pertinente, dado el impacto directo que estos procesos tienen en la productividad y en la sostenibilidad económica de las empresas agrícolas locales.

1.3 Planteamiento del problema

En el Ecuador, las empresas de secado y limpieza de maíz representan un factor importante, ya que, éstas son las que brindan el primer proceso o filtro antes de que el producto procesado en algún producto específico.

El proceso de secado de maíz presencia de manera cíclica en la Provincia de Los Ríos, con dos épocas del año, debido a esto el proceso de secado se da de manera masiva en los meses marzo – Junio, septiembre - Noviembre, en la cosecha del invierno debido a la humedad climática, y a las fuertes lluvias, el maíz es cosechado por el agricultor con un alto porcentaje de humedad entre 27% a 35%, ya que la estación climática no permite un secado natural que disminuya este porcentaje, y no es recomendable sobrepasar el ciclo de la planta esperando seque más, debido a que esta se puede enfermar o hasta podrir por la humedad recibida, por lo tanto se convertiría en perdida para el agricultor.

Por tal motivo el maíz es cosechado de manera masiva con un alto porcentaje de humedad, lo cual demanda un alto consumo energético en las comercializadoras de granos que dan el servicio de secado de maíz post cosecha.

Otra de las problemáticas abordadas es el mal almacenamiento del producto terminado debido a que no existe un área destinada, y en fechas de alta demanda de maíz, el producto

queda acumulado en un sector del galpón a la espera de los consumidores, y como el producto terminado ocupa un sector del galpón llega a una instancia en donde la producción se detiene porque el producto terminado ocupa gran parte del galpón.

Por lo mencionado anteriormente, se busca proponer una mejora al proceso y que a su vez lograr que la empresa consiga ofrecer productos que se deriven del maíz.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Evaluar el sistema actual de limpieza y secado de maíz y proponer un diseño para el aumento de la planta para la elaboración de productos derivados del maíz en una empresa de secado situada en la provincia de Los Ríos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar el sistema actual de limpieza y secado de maíz.
- Identificar las principales deficiencias y limitaciones de maquinaria y pérdidas generadas conforme el diagnóstico realizado al sistema actual.
- Proponer un diseño para la mejora del proceso actual y aumento de planta para ofrecer productos derivados del maíz en base a los resultados obtenidos.

1.5 Justificación

Desde el punto de vista teórico, este estudio proporcionará un conocimiento valioso en cuanto a la aplicación de conceptos teóricos y prácticos con el fin de mejorar el proceso de secado

de maíz, utilizando herramientas y maquinarias adecuadas que busquen contribuir a la mejora continua del proceso. Al documentar y analizar el sistema actual se identificará las deficiencias y falencias que genera este proceso, como afectan a la productividad y de qué manera se puede optimizar (Tigse Chugchilán & Vásquez Sánchez, 2022).

Para la práctica, el estudio aborda un problema directo en la operatividad de la empresa debido a que el sistema actual de secado de maíz puede resultar ineficiente, lo que está generando reprocesos, pérdidas en tiempo y energía; lo que dará con resultado un producto de baja calidad, por lo que; al realizar el análisis del proceso se conocerá los métodos empleados, la tecnología, herramientas implementadas, las tareas realizadas por los operarios y cómo estas afectan a la productividad. Con el resultado del análisis se busca optimizar el proceso y disminuir el consumo de energía.

Desde el punto de vista metodológico, este estudio aportará al desarrollo y aplicación de técnicas avanzadas para el análisis y mejora del proceso actual y proponiendo un aumento en la empresa para así ofrecer productos derivados del maíz. Con respecto a la propuesta de aumento de planta, esto conlleva al diseño de un nuevo layout para la empresa, y esto puede servir como ejemplos de estudio para futuros trabajos en el ámbito de la Ingeniería Industrial.

Capítulo 2: Revisión de la Literatura / Marco Teórico

2.1 Marco Teórico Fundamental

2.2.1 Producción de maíz en el mundo

La figura 1 nos muestra la evolución de la producción en millones de toneladas durante diferentes períodos a nivel mundial, desde la campaña 2014/15 hasta la estimación de producción

para la temporada 2023/24. El eje vertical representa la producción en millones de toneladas, mientras que el eje horizontal indica los años de producción correspondientes.

Figura 1. Producción de maíz a nivel mundial

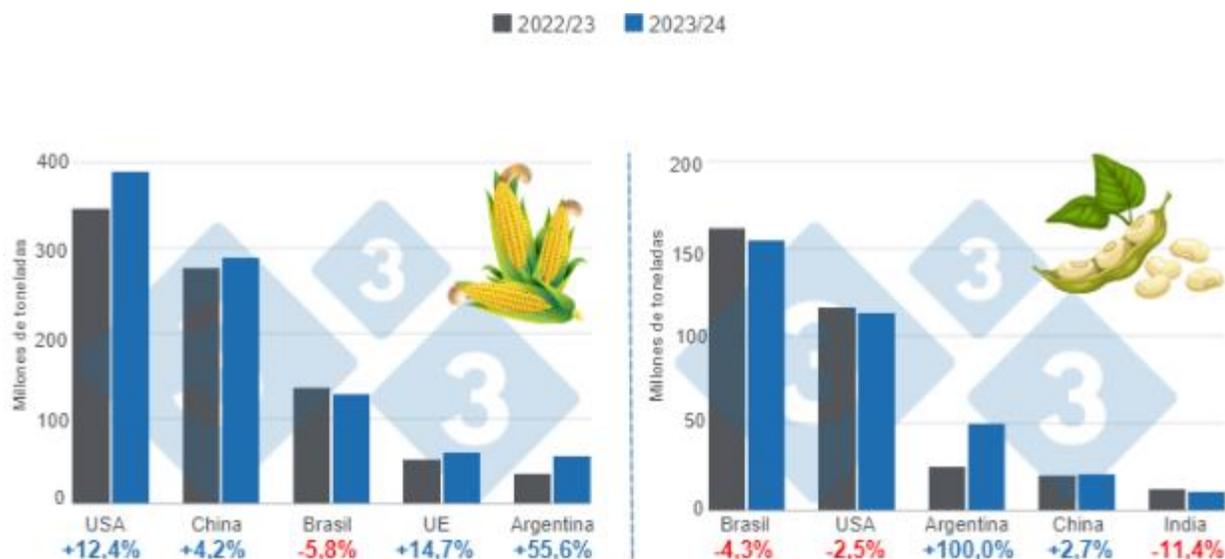


Fuente: (Statista, 2024)

Aunque existieron fluctuaciones en el estudio estadístico, como lo son las caídas en 2017/18 y 2022/23, la tendencia general de la producción muestra un incremento a lo largo del período analizado. Conforme la **figura 1** se observa que desde el 2014/15, ha habido un aumento considerable en la producción con un valor de más de 200 millones de toneladas.

Dado los resultados anteriores conforme la producción de maíz a nivel mundial, Estados Unidos es principal país más productor de maíz, por otro lado, países como China y Brasil se sitúan en la segunda y tercera posición. Entonces estos países con respecto al año 2023 tuvieron los siguientes resultados en producción de maíz.

Figura 2. Comparación de producción de maíz 2023/24



Fuente: (3tres3 (Comunidad Profesional Porcina), 2024)

Si bien es cierto, en la **figura 2** también se muestran estadísticas en cuenta a la soya, para el presente proyecto, nos basaremos en los resultados dados para la producción de maíz. Entonces, según la **figura 2**, Estados Unidos tuvo un aumento del 12.4% con respecto al año 2023, China aumento un 4.2%, Brasil representa una disminución en su producción de maíz con un valor de -5.8% y esto puede deberse a los cambios climáticos que afectan directamente a la tierra donde el maíz es sembrado, sin embargo, Brasil sigue manteniéndose como un referente a nivel mundial en la producción de maíz.

Según Ignjatović, Blagojević, & Đorđević en su investigación titulada “Production and state of the corn market according to the principles of sustainable development” enfatiza que el aumento la producción de maíz se basa en los siguientes factores, como lo son (Ignjatović, Blagojević, & Đorđević, 2024):

Condiciones de cultivo: El maíz requiere condiciones específicas de suelo y clima para maximizar su rendimiento. Los suelos más adecuados son aquellos con propiedades físicas y químicas favorables, como el chernozem y los suelos aluviales.

Sostenibilidad y Desarrollo: La investigación enfatiza la necesidad de adoptar prácticas agrícolas sostenibles que respeten el medio ambiente y promuevan la biodiversidad. Esto es crucial para garantizar la producción a largo plazo y la seguridad alimentaria.

Innovación y Tecnología: La importancia de la investigación y el desarrollo de nuevas variedades de maíz que sean más resistentes y productivas, lo que contribuye a la sostenibilidad y competitividad del sector agrícola.

2.2.2 Producción de maíz en Latinoamérica

Según (Albán, Zambrano, & Caviedes, 2024) en la revista titulada “Memorias de la XXV Reunión Latinoamericana de Maíz: IXIM “Maíz, lo que sustenta la vida”” nos detalla toda la información relevante en cuanto a la producción de maíz en Latinoamérica, pero esta instancia se verá centrada en Brasil y Argentina que son los países referentes en cuanto a producción de maíz a nivel mundial conforme la gráfica 2.

Brasil se ha consolidado como uno de los principales productores y exportadores de maíz a nivel mundial, y lo que destaca de Brasil en cuanto a maíz son los siguientes aspectos:

Investigación y Desarrollo: La sostenibilidad y competitividad del sector maicero en Brasil están impulsadas por la investigación, desarrollo e innovación. Instituciones como la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (EMBRAPA) y diversas universidades trabajan en el mejoramiento de cultivares, biotecnología y protección de cultivos, lo que ha permitido a Brasil mantenerse a la vanguardia en la producción de maíz.

Inversión en Infraestructura: La inversión en infraestructura, mejoras logísticas y la adaptación a las demandas del mercado, incluyendo la producción de biocombustibles.

Pero que conlleva a la inversión de los aspectos antes mencionados, son las complicaciones que se presentan en este país:

Cambio Climático: Las variaciones en el clima, como sequías extremas o lluvias excesivas, pueden impactar negativamente la producción de maíz. Estos fenómenos pueden afectar la calidad del suelo y la disponibilidad de agua, lo que a su vez influye en los rendimientos de los cultivos.

Plagas y Enfermedades: La presencia de plagas, como la chicharrita del maíz (*Dalbulus maidis*), y enfermedades que afectan el cultivo, como el achaparramiento del maíz, representan un desafío significativo. El manejo integrado de plagas y la búsqueda de cultivares resistentes son esenciales para mitigar estos problemas.

Mercados Volátiles: La fluctuación en los precios del maíz en el mercado internacional puede afectar la rentabilidad de los productores. La dependencia de las exportaciones también hace que el sector sea vulnerable a cambios en la demanda global y políticas comerciales de otros países.

Por otro lado, en Argentina se caracteriza por los siguientes aspectos que lo han mantenido como un referente en Latinoamérica como productor de maíz.

Destinos y Usos: El maíz argentino tiene diversos destinos, incluyendo la exportación, la industria alimentaria (producción de harinas, féculas, aceites, entre otros) y la alimentación animal, especialmente en la ganadería y la avicultura. Esto resalta su importancia en la cadena de valor agroindustrial del país.

Tecnología y Prácticas Agrícolas: La producción de maíz en Argentina se realiza principalmente en condiciones de secano, utilizando siembra directa y eventos transgénicos que otorgan resistencia a plagas y herbicidas. Los productores argentinos son conocidos por su alta adopción de tecnología, incluyendo maquinaria agrícola avanzada y herramientas de teledetección para el manejo de cultivos.

Investigación y Desarrollo: Argentina cuenta con instituciones como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y diversas universidades que realizan importantes actividades de investigación y desarrollo. Estas instituciones colaboran con la industria y los productores para desarrollar nuevas tecnologías y responder a desafíos fitosanitarios, como el ataque del Complejo del Achaparramiento del Maíz.

Complicaciones en la producción de maíz en Argentina:

Cambio Climático: Las variaciones climáticas, como sequías prolongadas o inundaciones, pueden impactar negativamente la producción de maíz. Estos fenómenos pueden afectar la disponibilidad de agua y la calidad del suelo, lo que influye en los rendimientos de los cultivos.

Plagas y Enfermedades: La presencia de plagas, como el gusano cogollero y el complejo del achaparramiento del maíz, así como enfermedades que afectan el cultivo, representan un desafío significativo. El manejo efectivo de estas plagas y enfermedades es crucial para mantener la productividad.

Problemas de Infraestructura: La falta de infraestructura adecuada, como caminos y sistemas de transporte eficientes, puede dificultar la distribución del maíz desde las áreas de producción hasta los mercados. Esto puede resultar en pérdidas post-cosecha y aumentar los costos de comercialización.

Competencia por Recursos: La competencia por recursos hídricos y tierras cultivables con otros cultivos y actividades económicas puede limitar la expansión de la producción de maíz y afectar su rentabilidad.

2.2.3 Producción de maíz en Ecuador

Según la Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios para el año 2022 la superficie de maíz cosechado en Ecuador fue de 362.473 hectáreas, abarcando una producción de 1,641,131 toneladas métricas (Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios, 2023).

Figura 3. Superficie y rendimiento de cultivo de maíz

Superficie y rendimiento del cultivo de maíz

Año	Provincia	Superficie Cosechada (ha)	Producción (Tm.)	Rendimiento (Tm/ha)	Porcentaje Nacional
2022	Los Ríos	142,406	694,343	4.9	42%
	Manabí	109,430	490,359	4.5	30%
	Guayas	62,396	303,847	4.9	19%
	Loja	16,876	61,578	3.6	4%
	Santa Elena	3,310	20,215	6.1	1%
	Otras provincias	28,056	70,790	2.5	4%
	Total		362,473	1,641,131	4.5

Fuente: (Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios, 2023)

Según la ilustración se observa que la provincia de Los Ríos abarcó la mayor producción con un valor de 42%, seguido por Manabí – 30% y Guayas – 19%.

Sin embargo, aunque en Los Ríos existió mayor producción de maíz, las empresas que se dedicaron al cultivo y proceso de producción postcosecha se centran con un mayor porcentaje en el Guayas con un valor de 45%, seguido por Los Ríos – 20% y Manabí – 16%.

Figura 4. Participación de empresas por provincia**Participación (%) del # de empresas por provincia -
Ranking 2022**

Fuente: (Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios, 2023)

Aunque la mayor producción de maíz procesado este centrado en la provincia del Guayas, la producción de maíz en Ecuador es un sector vital para la economía agrícola del país, caracterizado por su diversidad de tipos de maíz, su contribución económica y los desafíos que enfrenta en términos de plagas, enfermedades y condiciones climáticas. La investigación y el desarrollo son fundamentales para mejorar la productividad y sostenibilidad del cultivo.

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 El maíz

El maíz es considerado uno de los principales granos a nivel global, debido a la relevancia que ha adquirido en los últimos años. Esto ha llevado a las autoridades a implementar medidas para fomentar tanto su producción como el desarrollo (FAO, 2020).

Fue el primer cereal en ser sometido a las transformaciones tecnológicas en su forma de método de cultivo y su grano es utilizado desde su mazorca o en formas ya procesadas, como

almidón, aceite y harina; sin embargo, el grano de maíz también es utilizado en la creación de medicamentos como: la aspirina y antibióticos, jabones, cosméticos, entre otros.

2.2.2 Tipos de maíz

Según (FAO, 2020) entre los tipos de maíz mencionados se encuentran:

Maíz dentado y duro: Son los más apetecidos por la industria molinera, ya que se utilizan para la extracción de almidón y harinas. Este tipo de maíz es el que interesa en el presente estudio.

Maíz reventón: También conocido como "palomitas de maíz" o "maíz canguil", es un tipo de maíz que al ser calentado explota y adquiere una forma esponjosa.

Maíz dulce: Es el maíz que se consume cuando aún está verde, ya sea hervido, asado o envasado.

Maíz harinoso ceroso: Es un tipo de maíz que al ser tostado se utiliza para acompañar platos típicos de la gastronomía criolla, como los hornados y encebollados. También se emplea para la elaboración de machica, que se produce a partir de maíz tostado, molido y mezclado con endulzantes.

2.2.3 Humedad de los granos

La humedad es el factor mayor influyente en la conservación de los granos para su procesamiento o durante su almacenamiento. La importancia radica en factores biológicos que tienen una relación directa con la afectación del valor nutricional y económico (calidad y peso) del producto. Por lo tanto, los granos con demasiada humedad tienden a deteriorarse muy rápido y causar pérdidas totales a los agricultores.

Por tal motivo el grano debe contener una humedad menor del 14% y esto se consigue mediante métodos de secado, y estos pueden ser naturales o artificiales.

2.2.4 Tara

Se define como el peso del vehículo que transporta un producto específico, pero para esto el vehículo debe ser descargado para de esta manera identificar su peso.

2.2.5 Bruto

Se lo define como el peso total, es decir, el peso del vehículo más el peso del producto que transporta.

2.2.6 Neto

Se trata del resultante de la resta entre el peso bruto menos el tara, ya que de este modo es como se conoce cuanto producto está transportando el vehículo pesado.

2.2.7 Muestreo del grano

El muestreo se basa en tomar una pequeña parte de la cantidad del producto para realizar una muestra de humedad y así identificar si aplica solo proceso de limpieza o ciclo completo, es decir, incluyendo el secado hasta conseguir la humedad deseada.

2.2.8 Control de calidad

Se basa en el uso de técnicas y actividades para medir la calidad y lograr mantener o mejorar el producto, basándonos en las normas de estandarización vigentes.

2.2.9 Tecnología

Conjunto organizado de conocimientos aplicados en cualquier tipo de empresa, ya sea desde prestación de servicios hasta industrias de producción para brindar el mejor servicio.

2.2.10 Proceso

Conjunto secuencial de actividades que son ejecutadas para alcanzar un objetivo específico.

2.2.11 Secado

El secado se enfoca en reducir la humedad del producto cosechado hasta conseguir la humedad adecuada para su almacenamiento y comercialización a los diferentes sectores. (Hurtado Guayanay, 2019).

En la siguiente ilustración se detalla el grado de humedad adecuado para el almacenamiento y posterior comercialización.

Figura 5. Grado de humedad de los granos

Grano	Humedad de almacenamiento segura (%)*
Trigo, maíz, sorgo	13 – 14,5
Soja	12,5 – 13,5**
Girasol/colza	7 – 9**

Fuente: (Abadía & Bartosik, 2013)

2.2.12 Métodos de secado

Los métodos de secado según (Tigse Chugchilán & Vásquez Sánchez, 2022) para realizar el secado de granos son diversos y se pueden clasificar:

- Secado Natural
- Secado en el campo
- Secado en asoleadores
- Secado artificial
- Secado a bajas temperaturas
- Secado a altas temperaturas
- Secado en combinación (altas y bajas temperaturas)
- Secado con aireación

2.2.13 Limpieza de maíz

Según (FAO, 2020) la limpieza del maíz puede ser efectuada conforme bajo los siguientes procesos, que son determinados según el tamaño de empresa o productor:

Limpieza con viento: Uno de los métodos más antiguos y sencillos para limpiar granos es el que emplea el viento. A día de hoy, este sistema sigue siendo muy usado por pequeños agricultores con recursos limitados. El proceso consiste en elevar los granos y dejarlos caer, permitiendo que el viento se lleve las impurezas más ligeras, como el polvo, hojas y granos vacíos. Sin embargo, este método tiene la desventaja de no eliminar las impurezas más pesadas, como arena, piedras o terrones, que caen junto con los granos.

Limpieza con zaranda manual: Este es el método más común entre los pequeños agricultores. Consiste en usar mallas o zarandas manuales, haciendo un movimiento ascendente para que el producto se encuentre con la corriente de aire, la cual se encarga de retirar las

impurezas más ligeras. Después, se agita la zaranda con un movimiento de vibración o vaivén, lo que permite que las impurezas más pequeñas pasen a través de los orificios.

Limpieza con ventilador: El uso de ventiladores para limpiar granos es bastante común en algunos países. El proceso se basa en un ventilador que genera un flujo de aire para separar las impurezas del producto. Esta separación se realiza aprovechando las diferencias en la velocidad terminal entre las impurezas y

Este método es eficaz para eliminar impurezas ligeras como polvo, hojas, tallos y ramitas, y se recomienda para limpiar maíz, arroz y frijoles en pequeñas explotaciones. El sistema funciona al hacer pasar una corriente de aire sobre los granos, de modo que las impurezas más ligeras son expulsadas por el aire del ventilador. Sin embargo, cuando el producto contiene impurezas pesadas como terrones o arena, este método no es suficiente para una limpieza.

Limpieza con mallas cilíndricas: Las máquinas de limpieza con mallas cilíndricas rotativas son ampliamente utilizadas en grandes haciendas debido a su alta capacidad de limpieza y su bajo consumo de energía. Estas máquinas están formadas por dos mallas cilíndricas, una colocada dentro de la otra. La malla interior tiene forma cónica, lo que facilita el desplazamiento de los granos cuando el equipo opera a baja velocidad.

Durante su funcionamiento, los granos ingresan por la malla interna, que tiene orificios más grandes que los granos, permitiendo que estos pasen mientras se retienen las impurezas más grandes. La malla externa, con orificios más pequeños, retiene los granos y deja pasar las impurezas más finas. Además, estas máquinas suelen tener un sistema que permite cambiar las mallas, adaptándose así a la limpieza de distintos.

Limpieza en máquinas con aire y zarandas: Estas máquinas pueden usarse tanto en la etapa de prelimpieza, para eliminar parte de las impurezas de los granos, como en la operación

de limpieza final, después del secado. La principal diferencia entre las máquinas de limpieza y las de prelimpieza radica en la eficiencia de la separación. Las máquinas de limpieza están equipadas con ventiladores más potentes o un mayor número de zarandas, cuyos orificios se ajustan mejor al tamaño de los granos, lo que permite una limpieza más precisa.

Normalmente, las máquinas con ventilador y zarandas cuentan con un depósito o alimentador, un sistema de aspiración de polvo ubicado en la entrada o salida del producto, un conjunto de zarandas intercambiables, y un mecanismo que genera la vibración o el movimiento oscilante de las zarandas.

2.2.14 Diagrama Ishikawa

El diagrama de Ishikawa o también llamado “Causa-Efecto o Espina de pescado” es una metodología que demuestra gráficamente las causas de una situación. Su creador fue el japonés Kaoru Ishikawa, de ahí su nombre al método, Kaoru fue un experto en control de calidad y demostró que esta técnica muestra de manera grafica la relación jerárquica entre las causas según su nivel de importancia o detalle y dado un resultado específico.

2.2.15 Diagrama de flujo

Es un tipo de diagrama que muestra al detalle las principales actividades que se realizan durante un proceso, y puede ser utilizado en empresas de servicios o plantas industriales. Su ilustración es empleada por un conjunto de símbolos y notaciones para describir el proceso.

Capítulo 3: Metodología del Proceso de Investigación

3.1 Enfoque de la investigación

3.2.1 Investigación cuantitativa

La investigación cuantitativa se centró en la toma de datos como los tiempos, valores de parámetros de calidad del maíz seco tomados durante la operación de secado y limpieza de maíz de la empresa en cuestión.

3.2.2 Investigación cualitativa

La investigación cualitativa se basó en realizar preguntas al Jefe de planta y operadores en base al proceso de secado y limpieza de maíz y maquinaria utilizada en la empresa.

3.2.3 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva es la que estudia las situaciones reales, de la misma forma que suceden, indagando sobre las razones y los efectos que crea, así como la iniciativa para una solución que se apoya en hablar y hacerles conocer la adecuada ejecución en los procesos del maíz post cosecha.

3.2 Alcance de Investigación

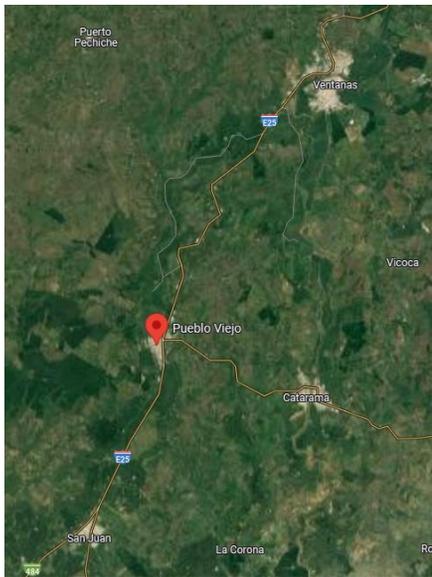
Esta investigación es un estudio explicativo, enfocado a identificar y analizar el proceso actual de secado y limpieza de maíz en la empresa ubicada en la provincia de Los Ríos. Esto conlleva la realización de una revisión técnica y operativa del proceso en función de su eficiencia capacidad y tiempos de operación. Una vez obtenido el resultado de este análisis, permitirá

desarrollar una propuesta para mejorar el proceso actual sumando a este, nuevos procesos para ofrecer productos derivados del maíz.

3.3 Delimitación de la investigación

La delimitación del estudio se enmarca en la empresa de secado y limpieza de maíz ubicada en el cantón Pueblo Viejo, provincia de Los Ríos, tiene como límites al norte el cantón Ventanas, al sur la parroquia San Juan (perteneciente al cantón Pueblo Viejo) y al este el cantón Catarama.

Figura 6. Ubicación del Cantón Pueblo Viejo



Fuente: Google maps

3.4 Población y muestra

En el año existen 2 temporadas consideradas para cosecha de maíz en la región costa, la primera está dada desde mayo a junio y la segunda de septiembre a noviembre, por lo que en estos determinados períodos la producción de maíz aumenta.

Por lo antes mencionado, al momento de realizar este estudio la empresa se encuentra atravesando dicho período, lo que provoca la contratación de operadores según la situación amerite, entonces, la población objetivo del presente estudio se define como “Población total”, es decir, se toma en cuenta a cada trabajador del proceso de secado y limpieza de maíz.

Tabla 1. Trabajadores actuales de la empresa de secado y limpieza de maíz

Cargo	Número
Jefe de Planta	1
Jefe de Turno	2
Operadores	8
TOTAL	11

Fuente: Autor

Como se muestra en la **tabla 1**, la población está formada por el Jefe de Planta, Jefe de Turno y el equipo de Operadores, el cual nos da un total de 11 Trabajadores.

Actualmente por el período alto de cosecha de maíz, el Jefe de Planta divide a los Operarios en las denominadas “cuadrillas” (Conjunto de personas reunidas para desempeñar actividades (REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2024)), ya que al ser una época de cosecha se necesita organizar equipos para poder gestionar y abastecer la operación durante diferentes horarios. Cabe mencionar que, si la producción aumenta, la cantidad de operadores también aumentará. La tabla 2 muestra los horarios en los que operan las 2 cuadrillas existentes en la empresa.

Tabla 2. Cuadrillas

Cuadrillas	Horario
------------	---------

Cuadrilla 1	7 am – 7pm
Cuadrilla 2	7 pm – 7 am

Fuente: Autor

3.5 Método de recopilación de datos

Los métodos de recopilación de datos son aquellos que buscan identificar información de forma lógica y ordenada, dando a conocer los datos que la población identificada como muestra provea (López Tejeda & Pérez Guarachi, 2011).

3.5.1 Fuentes de datos

Para el presente estudio se identificaron y emplearon las siguientes fuentes de datos y aportaran un valor importante para la evaluación del sistema actual de secado y limpieza de maíz.

- **Tiempos de Operación:** Período en el cual la maquina o el operador está realizando o ejecutando una actividad específica para transformar la materia prima en un producto terminado (Muñoz Choque, 2021).
- **Desperdicios de tiempo:** Se define como la restricción de cualquier recurso donde su capacidad es menor a la demanda, es decir, el sistema actual de operación no es suficiente para su producción ideal (Reasco Gavilanes, Acosta Roby, Gaibor Gaibor, & Encalada Tenorio, 2018).
- **Limitaciones y deficiencias:** Hacen referencia a los aspectos que pueden afectar el rendimiento, eficiencia y vida útil de la maquina utiizada.

3.6 Análisis del estado actual

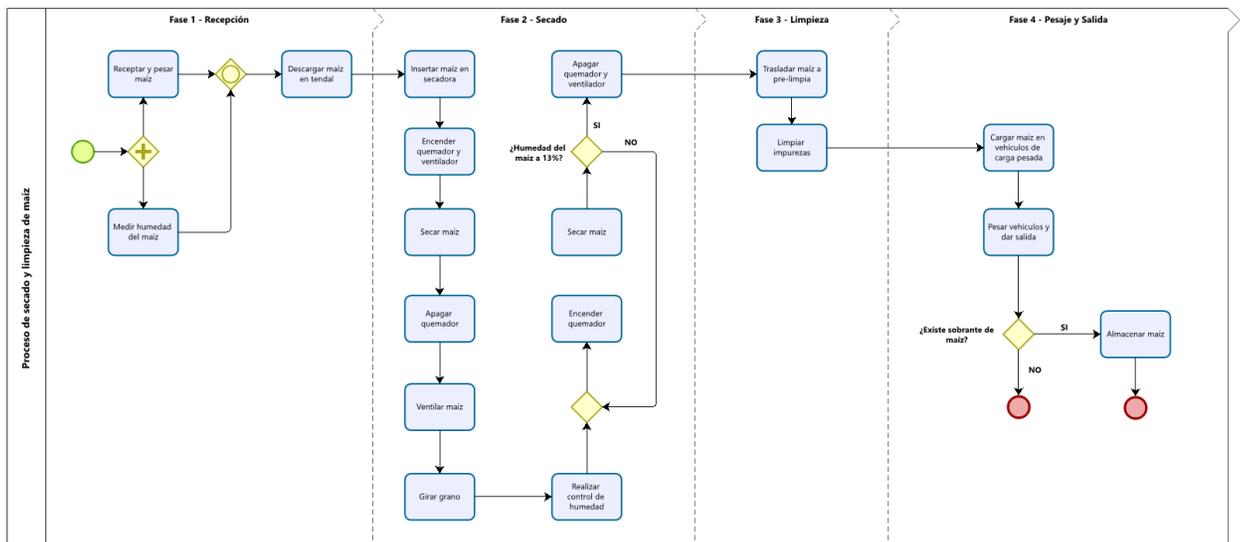
Para identificar las deficiencias y limitaciones en el proceso de secado y limpieza de maíz, se analiza previamente cada actividad que conlleva realizar la operación.

3.6.1 Descripción general del proceso operativo de secado y limpieza de maíz

Las actividades generales que se llevan a cabo durante el proceso de secado y limpieza de maíz son descritas en la **Figura 7** y las actividades están separadas por fases.

- Fase 1: Recepción
- Fase 2: Secado
- Fase 3: Limpieza
- Fase 4: Pesaje y Salida

Figura 7. Diagrama de flujo del proceso actual

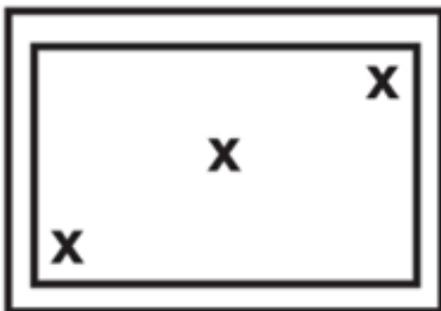


Fuente: Autor

3.6.1.1 Fase 1 - Recepción

El proceso de secado y limpieza de maíz dentro de la empresa tiene su inicio con la llegada del grano en vehículos de carga pesada, estos son dirigidos directamente para su pesaje en la báscula, mientras tanto, en paralelo se toma una muestra de la carga para determinar la humedad del grano que ingresa a la empresa, la muestra es tomada en diferentes puntos de la carga como se detalla en la **Figura 8**.

Figura 8. Método de toma de muestra



Fuente: (INTA, 2013)

Una vez obtenido la muestra se procede a realizar la medición de la humedad del grano mediante el “Medidor de humedad” (figura 9). Esta herramienta permite determinar la humedad con la que ingresa el maíz a la empresa. Posteriormente, con la humedad del maíz determinada se realiza la negociación con el Comerciante y al llegar a un mutuo acuerdo, se registra el peso BRUTO del vehículo, es decir, el peso del vehículo más la cantidad de maíz que transporta.

Figura 9. Medidor de humedad



Fuente: Autor

Dicho lo anterior, se procede con la descarga el maíz del vehículo en el tendal como se muestra en la **figura 10**, este proceso es realizado por los Operadores con ayuda de un montacargas, este tiene sujeto al mástil un cabo que tiene atado una unión de tablas a la cual los operadores denominan “escoba”, y con ayuda de estas herramientas el maíz es descargado del vehículo.

Figura 10. Descargar maíz en tendal



Fuente: Autor

Luego de descargar el maíz en el tendal, el vehículo vuelve a ser pesado para definir el peso TARA, con los datos “bruto” y “tara”, se obtiene el peso NETO que viene a ser la cantidad de maíz transportado por el vehículo, pero como el peso neto esta dado en Kilogramos (Kg) debido a que la báscula tiene su configuración predeterminada en Kg, este es convertido o transformado en quintales (qq), para así determinar la cantidad de maíz que ingresa a la empresa.

3.6.1.2 Fase 2 - Secado

El proceso de secado de maíz consiste en reducir el contenido de agua que contiene el grano de maíz a través del paso de aire caliente dado por máquina de secado durante un tiempo determinado, y este tiempo se verá dado conforme la humedad obtenida del grano de maíz (PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA, 2020).

El objetivo del secado de maíz, además de reducir la humedad del grano, busca garantizar calidad, ya que, al secarlo puede mantener su calidad nutricional y llegar a ser procesado para obtener productos derivados del maíz, o en su defecto ser comercializado para un uso respectivo (Bartosik, 2013).

Entonces luego de determinar la humedad, el maíz es trasladado a las secadoras conforme la **figura 11**; el maíz es colocado en las secadoras mediante el uso de un montacargas y algunos Operarios que entran en la secadora para apilar el maíz.

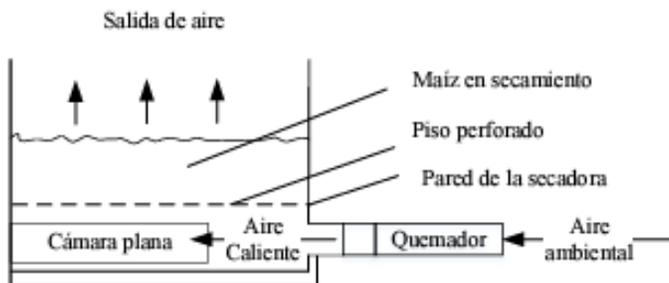
Figura 11. Ingreso de maíz en secadora



Fuente: Autor

Luego de colocar el maíz en la secadora, se da inicio al proceso de secado encendiendo el quemador y ventilador con el fin de distribuir el calor generado por el quemador hacia la cámara de la secadora. La **Figura 12** muestra el funcionamiento del secado horizontal utilizado en la empresa.

Figura 12. Funcionalidad de una secadora horizontal



Fuente:

El proceso de tiene una duración de hasta 8 horas dependiendo del porcentaje de humedad inicial del maíz. Posteriormente, pasadas las 5 a 6 horas el quemador del secador es apagado y se mantiene encendido el ventilador con el fin de enfriar el producto mediante la aplicación de aire a temperatura ambiente.

La aplicación de aire tiene el fin de enfriar los granos de maíz para conseguir un equilibrio en la temperatura interna del grano, y así el Operador puede ingresar a la cámara de secado y girar el maíz. Al realizar esta acción se busca homogenización, ya que la humedad conseguida en la parte inferior del secador no es la misma con la que se encuentra en la parte superior.

Una vez realizado la acción para homogenizar el maíz, se vuelve a encender el quemador para dar inicio nuevamente al secado, pero con un menor tiempo hasta obtener el 13% de humedad en el maíz.

Si al finalizar el proceso de secado del maíz, el grano tiene un porcentaje superior al 13% este vuelve a la secadora lo que generaría un reproceso y esto no es apropiado para la calidad del grano ni para los recursos de la empresa, ya que, se generan retrasos en la producción. Pero si el grano de mapiz alcanzo un valor igual o menor a 13%, el maíz será trasladado al siguiente proceso "Fase 3 – Limpieza".

El 13% humedad conseguido cumple con las especificaciones que las industrias y el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), ya que según la norma INEN el maíz seco debe contener como máximo 15.5% de humedad para ser comercializado y posteriormente procesado para dar un producto final (CODEX ALIMENTARIUS - NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS, 2019).

Ciertas industrias que procesan productos derivados del maíz, solicitan a las empresas de servicio de secado, que el producto que les comercializan sea 13% de humedad, ya que el producto que estas grandes industrias procesan necesita el grado de humedad.

Tabla 3: Parámetros de calidad del maíz seco según la norma INEN

<i>REQUISITO</i>	<i>VALOR MÁXIMO</i>
Humedad	13 %
Materias orgánicas extrañas	1,5 %
Materias inorgánicas extrañas	0,5 %
Grano defectuoso (quebrado. Quemado)	6 %
Insectos	0 %

Fuente: Autor

3.6.1.3 Tecnología empleada en el proceso de secado

Cámara de secado

La cámara de secado se encuentra sobre la plancha perforada y en ella se coloca el producto que va a ser secado. Las dimensiones pueden variar en función de la cantidad que se va a secar. Debe estar provista de puertas que permitan la carga y descarga del producto. Es construida de planchas de acero A-36, ya que éste presenta características favorables estructuralmente, tales como: alta resistencia por unidad de peso, ductilidad, facilidad constructiva, facilidad de montaje, soldabilidad.

Figura 13. Cámara de secado



Fuente: Autor

Plancha de acero perforada

El objetivo de la plancha de acero perforada consiste en soportar el peso del producto y permitir el paso de aire caliente o frío a los granos como se detalla en la **Figura 14**.

Figura 14. Plancha de acero perforada



Fuente: Autor

Cámara de distribución de aire

La cámara de distribución de aire está debajo de la plancha de acero perforada. La altura de esta cámara es de 1 metro y facilita la distribución del aire en la masa de granos.

Ventilador y Quemador

El tipo de ventilador más empleado en el secador horizontal es el ventilador centrífugo de aspas inclinadas hacia atrás, debido a la presión que debe vencer en el sistema, este debe estar conectado al motor por medio de correas, ya que el aire caliente dado del quemador viaja hacia la cámara de secado.

Figura 15. Ventilador y Quemador



Fuente: Autor

3.6.1.4 Fase 3 – Limpieza

La limpieza de maíz es un proceso que como su nombre lo dice, limpia las impurezas del maíz, hasta obtener maíz limpio y listo para ser procesado (González, Avila, Gil, & Velasco, 2016).

Al ejecutar el proceso limpieza del maíz, se busca garantizar un producto limpio y exento de cuerpos extraños, provenientes de la cosecha, que puedan perjudicar el funcionamiento y

damnificar los equipos de los procesos subsecuentes al momento de ser comercializado a las grandes industrias.

Según la INEN el maíz debe contener un grado específico de impurezas según el tipo de materia extraña (CODEX ALIMENTARIUS - NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS, 2019).

- Suciedad: 0.1% m/m máximo
- Otras materias orgánicas extrañas: 1.5% m/m máximo.
- Materias inorgánicas extrañas: 0.5% m/m máximo.

Figura 16. Pre-limpia



Fuente: Autor

La pre-limpia se clasifica de 3 niveles, el cual cada uno de estos niveles cuenta con una lámina perforada a la se denomina zaranda y el objetivo es separar las impurezas o materia extraña del maíz y cada objeto pertenece a la clasificación dada por la INEN (CODEX ALIMENTARIUS - NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS, 2019):

- Suciedad: Impurezas de origen animal
- Materias orgánicas extrañas: Componentes orgánicos que no sean los granos del maíz, como tuzas, hojas, semillas extrañas, etc,

- Materias inorgánicas extrañas: Componentes inorgánicos como piedras, polvillo, etc.

Figura 17. Tuzas y hojas de maíz



Fuente: Autor

Figura 18. Polvillo de maíz



Fuente: Autor

3.6.1.5 Fase 4 – Almacenamiento

El objetivo del almacenamiento de los granos debe ser preservarlos por períodos más o menos prolongados de tiempo sin que se deterioren ni la calidad ni la inocuidad con que han sido cosechados, para maximizar la calidad del producto (Navarrete Gómez, Reyna Intriago, Haro Bustamante, & García Arévalo, 2021).

Normalmente este producto como todos los granos deben ser almacenados en silos herméticos con el fin de preservar la humedad del mismo durante un período prolongado.

Figura 19. Silos para almacenamiento



Fuente: (Navarrete Gómez, Reyna Intriago, Haro Bustamante, & García Arévalo, 2021)

Actualmente en la empresa de secado de maíz no existe la maquinaria correspondiente como los son los “silos”, por lo que el producto el colocado en una ubicación del galpón, así como lo detalla la **figura 20**:

Figura 20. Maíz almacenado y apilado en galpón



Fuente: Autor

Por lo general, al no tener un silo donde el maíz pueda ser almacenado este es embarcado a los vehículos de carga pesada para su distribución, aunque no todo el maíz es distribuido, el faltante queda en los interiores del galpón y si ya no hay espacio dentro este, el maíz queda al aire libre en el tendal y este es cubierto por una plancha de plástico.

3.6.1.6 Embarque de maíz

El maíz seco es embarcado a los vehículos de carga pesada mediante la herramienta transportador helicoidal bazuka.

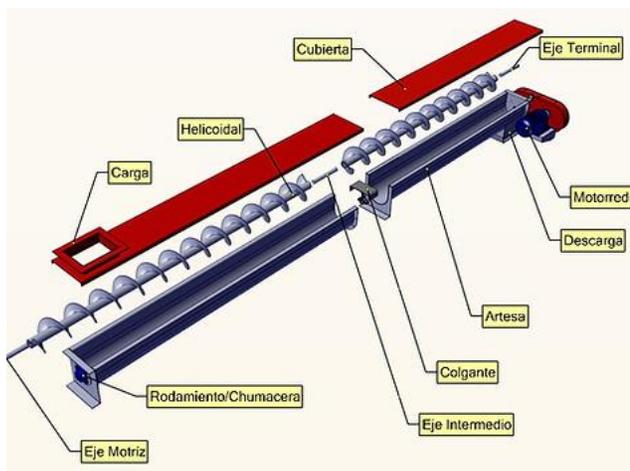
Figura 21. Transportador Helicoidal basuca



Fuente: Autor

El transportador helicoidal utiliza una hélice en espiral basado en la teoría del tornillo de Arquímedes para mover los materiales a lo largo de un tubo. Este transportador helicoidal, ha evolucionado a lo largo de los años, donde se ha convertido en una parte importante en la industria, proporcionando un medio eficiente y confiable para el transporte de granos a granel en una variedad de entornos industriales (Bega Helicoidales, 2024).

Figura 22. Funcionamiento del transportador helicoidal

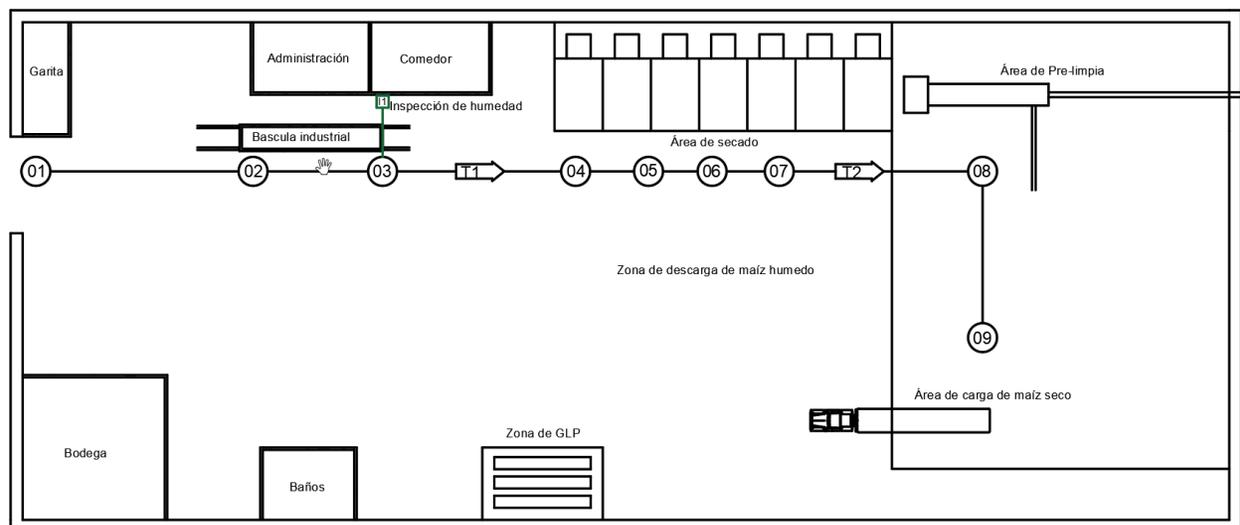


Fuente: (Bega Helicoidales, 2024)

3.6.1.7 Diagrama de recorrido de la empresa de secado y limpieza de maíz

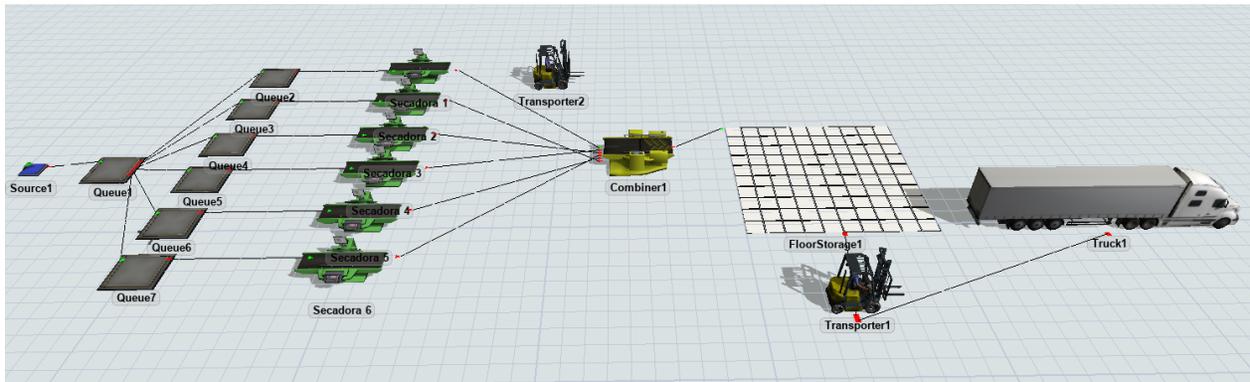
Si bien se ha descrito a detalle el proceso de secado y limpieza de maíz de la empresa en estudio, la representación gráfica otorga una comprensión más adecuada y compacta, por ese motivo en la **Figura 23** se muestra el diagrama de recorrido del proceso actual, en el cual se indica la secuencia de actividades a realizar hasta el despacho del producto. Mientras tanto en la Figura 24 se muestra la simulación realizada en Flexsim con el fin de observar el movimiento que se realiza durante el proceso.

Figura 23. Diagrama de recorrido del proceso de secado y limpieza de maíz



Fuente: Autor

Figura 24: Simulación del proceso actual:



Fuente: Autor

Otra herramienta útil para identificar un proceso productivo es el diagrama de flujo, que fue representado en la **Figura 7**, entonces con la información del diagrama de flujo, el detalle de las fases descritas y el diagrama se recorrido se presenta el cursograma analítico (**Figura 25**) del proceso el cual contiene el resumen de las inspecciones, operaciones, demoras y traslados que se identificaron en durante todo el proceso.

Figura 25: Cursograma analítico

Formato cursograma analítico						
Diagrama Num: 1		Hoja Núm 1 de 1		Resumen		
Objeto:		Actividad		Actual	Propuesta	
		Actividad: Proceso de secado y limpieza		Operación	12	
Lugar: Pueblo Viejo		Transporte		3		
		Espera		3		
Operario (s): 11		Fecha núm:		Almacenamiento	1	
Elaborado por: Renzo Ledesma		Fecha: 31/10/2024		Total	24	
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo				Observaciones
		○	□	D	⇒	
Recepción y pesado de maíz	4	●				
Medición de humedad	2	●				
Trasladar maíz humedo a tendal	2			●		
Descargar maíz en el tendal	20		●			El tiempo puede variar dependiendo de la cantidad y tipo de vehiculo que transporta el maíz.
Trasladar e insertar el maíz a secadoras	15		●			
Encendido de quemador y ventilador	2		●			
Secado	240		●	●		El tiempo incial de humedad puede variar dependiendo del grado de humedad inicial del maíz
Apagar el quemador	2		●			Solo se apaga el quemador, el ventilador seguira encendido
Ventilar el maíz	60		●			
Girar el grano	30		●			Se gira el maíz para poder buscar la homogenización del maíz, esta acción es realizada por un Operador.
Control de humedad	2	●				
Encender quemador	2		●			
Secado	60		●	●		
Inspección de humedad	2	●				El maíz debe contener una humedad del 13 %, en caso de no lograr la humedad deseada se repite el proceso de secado
Apagar quemador y ventilador	2		●			
Trasladar el maíz a prelimpia	10			●		El tiempo dependera de la cantidad de maíz colocado en la secadora. El maíz es trasladado mediante bockat. Adicional la distacia puede variar dependiendo de la distacia en la que se encuentra cada secadora
Limpiar impurezas	90		●	●		El tiempo puede variar conforme la cantidad de maiz que será colocado en la prelimpia
Cargar maíz a vehiculos de carga pesada	25		●			El tiempo puede variar dependiedo del tipo de vehiculo al que se realiza la carga del maíz mediante la bazuka
Pesado y salida del vehiculo	4	●				
Almacenamiento de maíz					●	El almacenamiento del maíz se da cuando existe sobrante del producto
Total (horas)		9.57	5	12	3	3

Fuente: Autor

3.7 Identificación de desperdicios en el proceso operativo

Dentro del proceso operativo de secado y limpieza de maíz, se pueden generar problemas y desperdicios a los cuales se los denomina como mudas de proceso, las cuales no agregan un valor al proceso, y en muchas situaciones estas mudas generan pérdidas económicas a la empresa, por lo general estos errores son cometidos por los Operadores ya sea por falta de capacitación, mal manejo de maquinaria o en si mismo, cuando el operador sigue sus conocimientos empíricos sin las bases técnicas fundamentadas.

A continuación, se detallará las mudas que existen dentro del proceso actual de secado y limpieza de maíz.

3.7.1 Desperdicio por productos defectuosos

El producto final para este proceso operativo es el maíz seco, el cual durante su proceso de secado y limpieza puede sufrir diversos daños y alteraciones en su composición hasta tal punto que el maíz seco no debería ser comercializado debido a sus problemas y estos pueden ser grano partido, fisuras, crecimiento de hongos, entre otros.

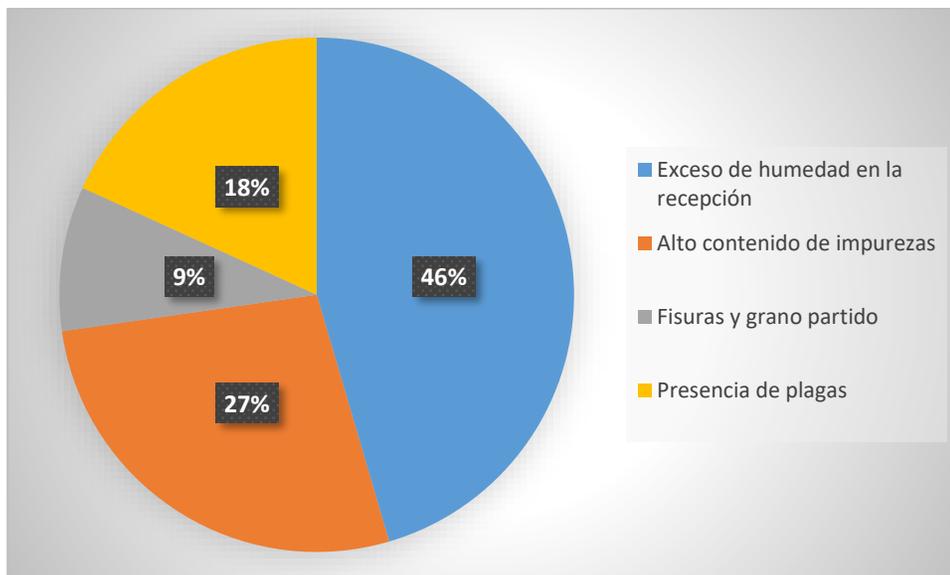
Estos daños a los que el grano se ve afectado durante el proceso operativo se pueden dar por factores ambientales, mecánicos o físicos. Actualmente los que se recabo en la empresa son los siguientes datos, que fueron proporcionados por los Operadores de la empresa.

Tabla 4: Factores que afectan la calidad del maíz seco

FACTORES	FRECUENCIA
Exceso de humedad en la recepción	5
Alto contenido de impurezas	3
Fisuras y grano partido	1
Presencia de plagas	2
TOTAL	11

Fuente: Autor

Figura 26: Factores que afectan la calidad del maíz seco



Fuente: Autor

Análisis: Los 5 Operadores que corresponden al 46%, indican que exceso de humedad en la recepción genera en su mayor parte un producto final (maíz seco) defectuoso, porque según las investigaciones realizadas, a mayor humedad (superior a 35%) representa un grano inmaduro o en estado de germinación debido a la temprana cosecha, el 27% representado por 3 Operadores indica que el alto contenido de impurezas poscosecha afecta en el producto final y

en cantidad, el 9% representado por 1 Operador manifiesta que ha presenciado fisuras y granos partidos en el producto final, esto puede darse debido a las vibraciones mecánicas por la maquinaria, siendo más específico, en la relimpia, para finalizar 2 Operadores que representan el 18% indican la presencia de plagas, y estas pueden ocasionar enfermedades en el grano.

3.7.2 Desperdicios por espera

Las esperas que se generan en durante el proceso operativo se definen en cada fase, durante la recepción existen una gran cantidad de maíz a la espera de ser secado, debido a que al estar en un período de elevada cosecha la empresa recibe altas cantidades de maíz, y esto se puede observar con la figura 10. Sin embargo, en el secado también existe tiempos altos de espera, ya que entre mayor sea la humedad del grano mayor será el tiempo que durará el proceso de secado, aunque lo máximo que han llegado a secar en cuanto a tiempo ha sido 8 horas en una sola secadora.

3.7.3 Desperdicios por sobre proceso

El principal reproceso que se genera en la empresa de secado y limpieza de maíz, se observa durante su limpieza, ya que esto se debe a que en la maquina pre-limpia no se realiza una limpieza exhaustiva y esto ocasiona que se acumulen restos de diferentes diámetros en cada nivel y el maíz seco deberá someterse a una segunda pasada en la pre-limpia.

Figura 27: Residuos acumulados en pre-limpia



Fuente: Autor

3.7.4 Desperdicio de almacenamiento

El principal problema que se presenta en las pequeñas empresas de secado y limpieza de maíz es el almacenamiento, ya que no cuentan con silos para mantener el maíz seco almacenado durante un período de tiempo.

Al no contar con modelos de almacenamiento como los silos, es una clara desventaja porque la empresa se ve sometida a producir bajo pedido o de tal manera que no quede maíz seco sobrante. Los silos son de vital importancia ya que permite almacenar, controlar y proteger el maíz seco de los factores ambientales, mecánicos o físicos que se puedan presentar y por ende se mantendrá un producto de calidad.

Para la identificación de las limitaciones del proceso productivo se utilizó la herramienta de espina de pescado o diagrama de Ishikawa, que nos permitirá identificar la causas que

producen estas limitaciones, analizando cada factor involucrado en la ejecución del proceso actual.

3.8 Identificación de problemas en proceso operativo

Conforme lo realizado en los puntos anteriores se determina cuáles son las posibles problemáticas que se presentan durante el proceso operativo de secado y limpieza de maíz, estas problemáticas se identificaron a través del diagrama de Ishikawa.

Figura 28: Diagrama de Ishikawa del proceso operativo



Fuente: Autor

3.9 Otros factores identificados

Otros factores que se identificaron dentro del operativo de secado y limpieza de maíz fueron:

- El uso de los montacargas para ingresar el maíz en las secadoras.

Según la **figura 11**, se observa que, durante el ingreso del montacargas a la secadora, produce que la plancha de acero se deforme.

Figura 29: Plancha perforada



Fuente: Autor

- No existen almacenamientos

Actualmente, en la empresa de estudio para diferenciar el producto terminado (maíz de 13% de humedad) y producto receptado (nuevo maíz que ingresa a la empresa con el propósito de ser secado), se lo coloca en áreas diferentes, el maíz de 13% es colocado en el galpón y el nuevo maíz que ingresa es colocado en el tendal y es separado según sus niveles de humedad.

Pero, al dejar el nuevo maíz en el tendal queda expuesto a la intemperie, y en caso de suceder algún cambio en el clima, puede afectar y dañar el maíz que posteriormente sería secado.

Figura 30: Maíz en tendal



Fuente: Autor

Como ejemplo se coloca el clima lluvioso, al exponer al grano de maíz en este ambiente puede sufrir cambios debido a su humedad como lo son:

- Absorción de agua
- Hinchamiento
- Desarrollo de moho o hongos
- Pérdida de calidad

Capítulo 4. Análisis de Resultados

4.1 Resultados

4.1.1 Propuesta de mejora del proceso

La propuesta del presente estudio de investigación se basó en el diseño de un plan de mejora para la reducción de tiempos y preservación de la maquinaria del proceso operativo de secado y limpieza de maíz.

4.1.1.1 Plan de mejora y preservación de maquinaria

El plan de mejora esta dividido en partes conforme las deficiencias y desperdicios de tiempo identificados, para lo cual, se propone diferentes tipos de soluciones a estos casos. Cada propuesta fue analizada para elegir la mejor opción.

Presencia de plagas en almacenamiento de maíz

- ✓ Implementación de silos
- Rediseño de espacios para almacenamiento
- ✓ Plan de fumigación
- Controles periódicos de almacenamiento

Maíz con exceso de humedad

- ✓ Aplicar normas para la recepción de maíz húmedo

Alto contenido de impurezas

- ✓ Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria
- Capacitación a los Operadores
- Adquisición de herramientas para análisis del maíz

Manejo del proceso operativo

- ✓ Capacitación de los Operadores
- ✓ Implementar señaléticas

Una vez realizado el análisis para cada una de las posibles soluciones a los problemas encontrados en los numerales anteriores, se determinó con un visto (✓) cada opción que puede mejorar el proceso desde el punto de vista del autor.

Problemática 1: Presencia de plagas en almacenamiento de maíz

Propuesta N°1: Plan de fumigación

Inicialmente se realizó una investigación sobre las principales plagas que afectan al maíz ya procesado y almacenado.

Principales plagas:

- Gorgojos
- Palomita de los cereales
- Taladrillo de los cereales
- Carcoma dentada
- Carcoma achatada
- Tribolio castaño
- Polilla de harina

Una vez identificado las principales plagas se detalla las fumigaciones que se pueden realizar:

Fosforo de Magnesio (Placas)

Fosforo de Aluminio (Pastillas)

Para realizar esta acción se debe colocar el maíz en una zona no muy concurrida y alejada de la zona donde el maíz es procesado diariamente, porque si el fumigante puede causar efectos negativos en la salud de los operadores.

Costo de implementación: \$ 613.73 cada unidad según IMAISA y su aplicación será de 2-5 placas por tonelada.

Propuesta N°2: Implementación de silos

Para el almacenamiento se identificó que el producto terminado no tiene un lugar de almacenamiento, por lo que el maíz de 13% de humedad es almacenado dentro del galpón, así como lo indica la **figura 20**.

El maíz es colocado de esta manera con el fin de ser cargado a un vehículo pesado e iniciar su distribución a las grandes industrias.

Pero el problema se presenta con el maíz sobrante. Entonces se propone implementar Silos, y para definir el tipo de silo se realizó la siguiente formulación.

Al año la empresa produce una cantidad de 350.000 qq de maíz seco aproximadamente, considerando los períodos de mayo a junio y septiembre a noviembre como las épocas pico por la cosecha de maíz. Cada período se estima una producción de 150.000 qq, por lo que convirtiendo este dato a kilogramos por uso de la fórmula tenemos que la empresa produce un valor estimado de 150.000 Kg por período de cosecha.

Pero este valor dependerá de la densidad del maíz seco, que tiene un valor de 720 Kg/m^3 .

Para calcular el volumen necesario para el Silo se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso de maíz (Kg)}}{\text{Densidad del maíz (Kg/m}^3\text{)}}$$

Obtenemos un valor de $208.33 m^3$.

Conforme la empresa MYSILO, el silo que cumple con el volumen de $208.33 m^3$ tiene las siguientes características.

- Diámetro (m): 5,50
- Modelo: 0610 (modelo de la empresa MYSILO)
- # de anillo: 10
- Altura del alero (m): 8.45
- Altura del pico (m): 10.05
- Capacidad: 212 m³
- Capacidad maíz (toneladas): 162

Costo de implementación: Según estas especificaciones se pueden encontrar entre \$25000.00 a \$35000.00.

Problemática 2. Maíz con exceso de humedad

Propuesta N°1: Aplicar normas para la recepción de maíz húmedo

Para la recepción del maíz húmedo de los comerciantes se debe acatar las especificaciones que recomienda la Norma INEN 187:95 (CODEX ALIMENTARIUS - NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS, 2019).

Figura 31: Normas para recepción de maíz húmedo

Requisitos	% Máximo m/m	Observaciones
Humedad	30,0	
Impurezas	10,0	La mercancía que llegue con las tolerancias establecidas excedidas será catalogada como fuera de estándar y se rechazará.
Quebrados	5,0	
Quemados	2,0	
Hongos	2,0	La mercancía que presente olores objetables, granos con presencia de moho, o granos con signos de pudrición también serán devueltos para evitar presencia de plagas.
Insectos	2,0	
Otras causas	1,5	

Fuente: (CODEX ALIMENTARIUS - NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS, 2019)

Problemática 4: Alto contenido de impurezas

Propuesta N°1: Plan de mantenimiento preventivo para maquinaria

Con la finalidad de evitar el desgaste y deterioro de la maquinaria se establece la opción de la creación de un plan de mantenimiento preventivo y este deberá estar ligado a las condiciones de trabajo a la cual la maquinaria opera, conforme los periodos de producción.

Problemática 4. Manejo del proceso operativo

Propuesta N°1: Capacitación de los Operadores

Encontrar un programa de capacitación que abarque buenas prácticas y procedimientos técnicos para correcto secado y limpieza de maíz, buscando un mejor rendimiento en los Operadores, y así obtener un producto final de calidad.

Valor promedio: \$10,000.00 a \$40,000.00

Propuesta N°1: Implementar señaléticas

Implementar una señalización adecuada en las áreas del proceso de secado y limpieza de maíz, con el fin de mejorar la seguridad laboral, la eficiencia operativa, y la comunicación entre los operadores y cualquier persona que ingrese a la empresa, facilitando la comprensión y el cumplimiento de los procedimientos de trabajo y las normativas de seguridad.

Valor aproximado: \$1,500.00 por ser una microempresa.

4.1.1.2 Propuesta de mejora de tiempos

Para la propuesta de mejora del proceso se realizó un cambio en el orden de actividades del proceso actual, en donde la limpieza del maíz húmedo da inicio al proceso y posteriormente pasa al secado. Al realizar esta actividad en primera instancia tenemos el siguiente beneficio, las impurezas como la tusa, piedras hojas o maíz partido o reducido, ya sería eliminado desde este primer filtro y al pasar al secado se traslada maíz limpio, y así mismo luego del culminar el secado al abrir las puertas de la secadora, al regarse el maíz seco, este servirá para cargar los vehículos de carga pesada sin la necesidad de agregar otro traslado.

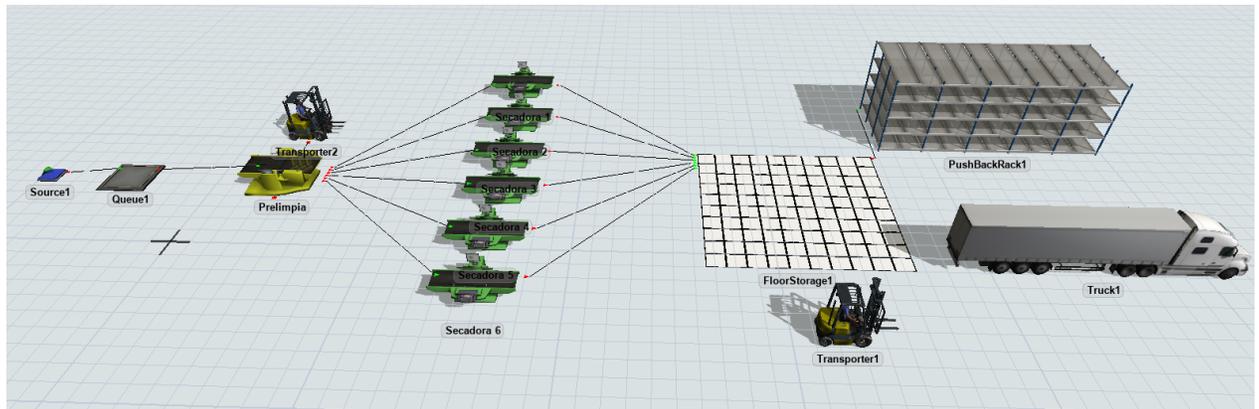
Figura 32: Formato cursograma (propuesta de mejora)

Formato cursograma analítico							
Diagrama Num: 1	Hoja Núm 1 de 1	Resumen					
Objeto:		Actividad	Actual	Propuesta			
		Operación	10	10			
Actividad: Proceso de secado y limpieza		Transporte	3	3			
		Espera	3	3			
Lugar: Pueblo Viejo		Inspección	6	6			
Operario (s): 11	Ficha núm:	Almacenamiento	1	1			
Elaborado por: Renzo Ledesma	Fecha: 31/10/2024	TOTAL	24	22			
Descripción	Tiempo (min)	Símbolo					Observaciones
		○	□	D	⇒	▽	
Recepción y pesado de maíz	4	●					
Medición de humedad	2	●					El maíz humedo receptado en la empresa es de 22% - 32%.
Trasladar el maíz humedo a prelimpia	1				●		
Descargar maíz humedo en fosa para prelimpia	5		●				El tiempo puede variar dependiendo de la cantidad y tipo de vehiculo que transporta el maíz
Limpiar impurezas del maíz	90		●	●			
Trasladar e insertar el maíz a secadoras	10				●		
Encendido de quemador y ventilador	1		●				
Secado	240		●	●			El tiempo inicial de secado puede variar dependiendo del grado de humedad inicial del maíz.
Apagar el quemador	2		●				Solo se apaga el quemador, el ventilador seguira encendido.
Ventilar el maíz	60		●				Con el fin de enfriar el maíz y realizar la homogenización.
Girar el grano	15		●				Se gira el maíz para poder buscar la homogenización del maíz seco.
Control de humedad	2	●					
Encender quemador	2		●				
Secado	60		●	●			
Inspección de humedad	2	●					El maíz debe contener una humedad del 13% con un margen de +/- 2%.
Apagar quemador y ventilador	2		●				
Retirar maíz de secadora	10				●		
Cargar maíz a vehiculos de carga pesada	20			●			El tiempo puede variar dependiedo del tipo de vehiculo al que se realiza la carga del maíz mediante la el transporte helicoidal.
Pesado y salida del vehiculo	4	●					
Almacenar de maíz						●	El almacenamiento del maíz se da cuando existe sobrante del producto.
Total (horas)	8.87	6	10	3	3	1	

Fuente: Autor

4.1.1.1 Simulación de la mejora del proceso

Figura 33: Simulación



Fuente: Autor

4.1.2 Propuesta de aumento de planta

Para la propuesta de implementar un nuevo proceso y que la empresa en estudio pueda ofrecer productos derivados del maíz y el producto elegido es Harina de maíz, porque al incluir un modelo productivo a la empresa permite ofrecer productos con mayor valor agregado y así la empresa dejará de ser dependiente de un solo proceso, que es el servicio de secado y limpieza de maíz a granel.

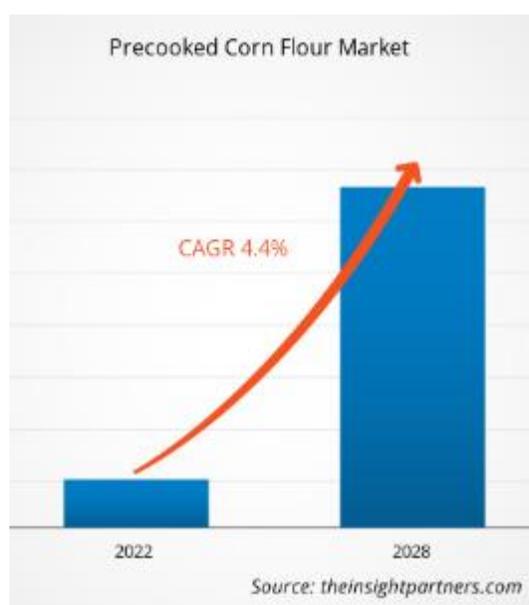
¿Por qué es importante ofrecer harina de maíz?

Porque la harina de maíz precocida no contiene gluten y es un ingrediente esencial producir tortillas, tamales, entre otros. Además, la creciente conciencia relacionada con los beneficios para la salud y el rico perfil nutricional que ofrecen los productos que son creados a partir de harina de maíz esta impulsando el crecimiento de este producto en el mercado.

La institución “The Insigth Partners” realizo un estudio del crecimiento del mercado de harina de maíz a nivel mundial, el cual abarca datos históricos desde 2019 a 2020 y el período de pronosticado es desde 2022 a 2028.

Entonces nos indica que el tamaño del mercado en 2021 fue de US\$2.29 mil millones y para 2028 tendrá un aumento del 4.4% obteniendo un aproximado de 3.950 mil millones. (The Insigth Partners, 2022)

Figura 34. Tendencia de mercado de harina de maíz hasta 2028



Fuente: (The Insigth Partners, 2022)

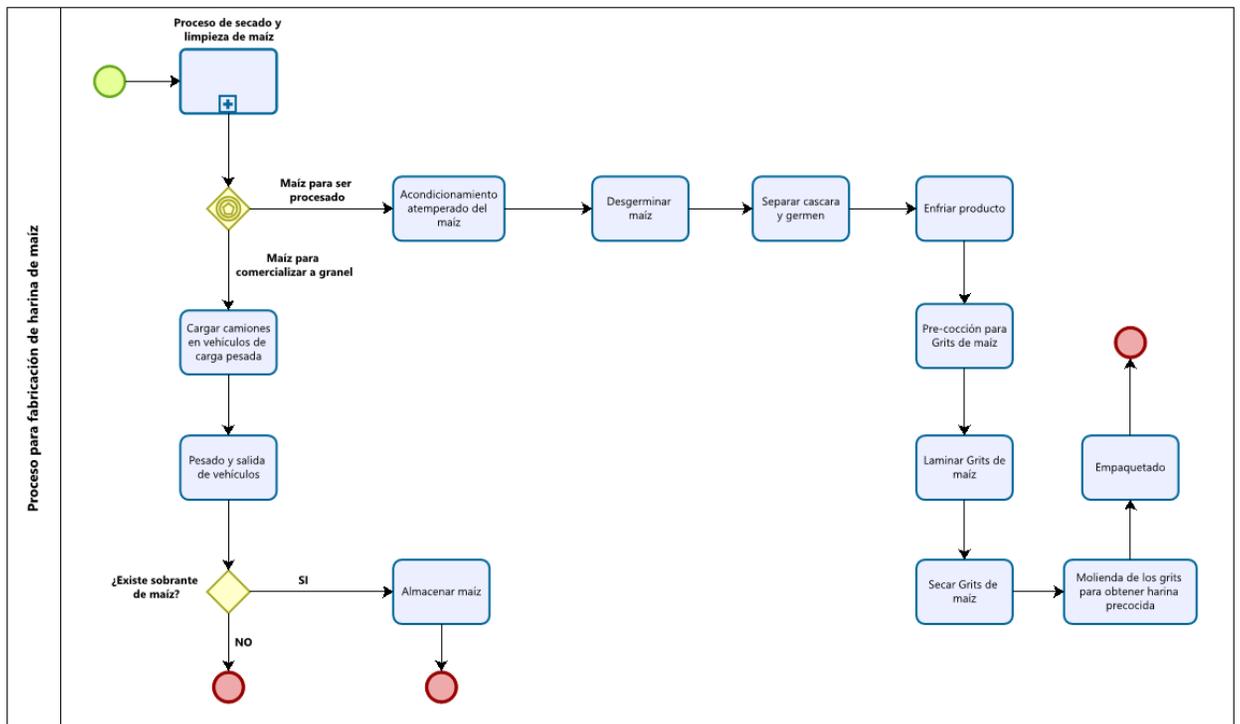
Mientras tanto en el Ecuador, hasta el año 2022 se logró exportaciones de \$162K siendo así el país numero 70 de 150 en el ranking mundial. El cual los mercados de exportaciones de más rápido crecimiento para Harina de maíz de Ecuador entre 2021 y 2022 (período de muestra) fueron Bolivia, Chile y Estados Unidos.

Por lo tanto se propone la creación del producto “harina de maíz”, ya que este producto es la continuación del proceso actual, es decir, una vez completado la limpieza del producto, este

maíz con humedad del 13% servirá como materia prima para dar inicio con el proceso de creación de harina de maíz.

La **figura 35** muestra el diagrama de flujo para la creación de este nuevo producto derivado del maíz.

Figura 35. Diagrama de flujo para fabricación de harina de maíz



Fuente: Autor

Para la fabricación de harina de maíz, se necesita una humedad de inicial de 13%, así como lo indica la norma INEN anteriormente mencionada.

El proceso de fabricación de harina de maíz da inicio con el acondicionamiento atemperado del maíz, que consiste en el tratamiento de distribución uniforme de la humedad del

grano de maíz, con el objetivo de conseguir un estado físico óptimo para la molienda del producto, es decir, se busca la separación del endospermo y las envolturas del grano.

El acondicionamiento tiene una duración de 3 horas aproximadamente, donde el desgerminador agrega una humedad de 3-8% de agua sea fría o caliente para llevar al maíz a una humedad de rango 18% a 27%.

Con el tiempo dado y la humedad añadida en el acondicionamiento, causa la dilatación del germen, provocando que se vuelva duro y resistente, y así en el la desgerminación se separa el germen y el endospermo. Posteriormente estos son sometidos a enfriamiento.

Luego del proceso de enfriamiento, pasa a la pre-cocción, donde el germen y el endospermo son sometidos a un vapor de 75-60 Psi. Que busca gelatinizar estos productos y entonces se los denomina grits.

El laminado consiste en tomar los grits precocidos, y pasarlos por laminadores de rodillos, con el objetivo de crear hojuelas y así continuar con su molienda.

Hasta el momento de laminado la humedad de las hojuelas está en un rango de 20 a 22% de humedad. Entonces con esto pasa al proceso de secado en donde las hojuelas deberán salir con un 13% de humedad. Para finalizar se realiza la molienda, donde se obtiene harina precocida. Que luego pasara por el empaquetado.

4.2.3.1 Tecnología y maquinaria

Adquirir la maquinaria adecuada para una pequeña empresa, tiene una capacidad de 5-10 tn por día e incluye las siguientes maquinarias:

- Tamizadora vibratoria y destonificadora para limpieza

- Valor aproximado de \$2000,00 a \$5000,00
- Peladora y desgerminadora de maíz
 - Valor aproximado de \$2000,00 a \$6000,00
- Molino para convertir el maíz en harina
 - Valor aproximado de \$1500,00 a \$5000,00
- Sistema de enpaquetado
 - Valor aproximado de \$3000.00 a \$8000.00

La adquisición de esta maquinaria contempla el transporte, su implementación. Los datos obtenidos fueron gracias a diferentes proveedores, como es el caso de: Navector.

4.2.3.2 Beneficios

Como el proceso actual de la empresa, es brindar el servicio de secado y limpieza de maíz, la implementación de este nuevo proceso le dará un valor agregado y además se logrará un incremento de ingresos ya que la empresa puede procesar su producto inicial.

Capítulo 5. Conclusiones y Recomendaciones

5.1 Conclusiones

- La investigación que se llevo a cabo durante las distintas visitas a la empresa de estudio permitió diagnosticar el proceso que se maneja actualmente y poder identificar las deficiencias y mudas de proceso y ofrecer distintas soluciones.
- De los problemas identificados con el diagrama de Ishikawa se determinó las principales causas por la cual existen problemas durante del proceso, como lo son desde la falta de capacitación del operador, falta de mantenimientos a las maquinarias, falta de limpieza; entonces como resultado obtenemos reprocesos, paros del proceso, por lo que amerita definir un plan de intervención y propuesta de medidas viables para dar solución.
- Durante el desarrollo del proceso, se constató mediante simulación y el cursograma, que, al invertir las actividades del proceso, se obtiene una mejora de 0.7 h, teniendo presente que se tomó como muestra el porcentaje de maíz más ligo que fue receptado en la empresa.

5.2 Recomendaciones

- Invertir en silos con capacidad adecuada (aproximadamente 208.33 m³ según el cálculo realizado) para almacenar el maíz procesado. Esto permitirá proteger el maíz de la humedad ambiental, prevenir infestaciones de plagas y mantener la calidad durante períodos prolongados, pero, si bien es cierto la instalación de un silo sería la mejor opción, también es recomendable el uso de los planes de

fumigación, pero si escoge esta opción deberá obtener un lugar lejano del proceso productivo.

- Rediseñar el área de almacenamiento o descarga dentro de la empresa para optimizar los flujos operativos y evitar que el maíz quede expuesto a condiciones climáticas.

Referencias

3tres3 (Comunidad Profesional Porcina). (13 de Marzo de 2024). Obtenido de https://www.3tres3.com/latam/ultima-hora/maiz-y-soya-proyecciones-para-la-campana-2023-2024-usda-%E2%80%93-marzo-2024_16480/

Abadía, M. B., & Bartosik, R. E. (2013). *Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos: hacia el agregado de valor en origen de la producción primaria*. Ediciones INTA.

Aguirre Valdivieso, J. T. (2013). *PLAN DE NEGOCIOS PARA LA INSTALACIÓN DE UN CENTRO DE RECEPCIÓN, SECADO, LIMPIEZA Y COMERCIALIZACIÓN DE MAÍZ EN EL CANTÓN PINDAL DE LA PROVINCIA DE LOJA*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/6792>

Albán, M. G., Zambrano, J. L., & Caviedes, G. M. (Agosto de 2024). *Memorias de la XXV Reunión Latinoamericana de Maíz: IXIM "Maíz, lo que sustenta la vida"*. Obtenido de <https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/archivosacademicos/article/view/3399/3897>

Bartosik, R. (15 de Noviembre de 2013). Obtenido de Secado y calidad de maíz: <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/47595>

Bega Helicoidales. (2024). Obtenido de Diferencias entre una Bazuka de Gusano Helicoidal (Genérico) y un Transportador Helicoidal fabricado a medida: <https://www.begahelicoidales.com/bazooka-vs-helicoidal-a-medida#:~:text=Un%20Transportador%20Helicoidal%20tipo%20Bazuka,de%20polvos%20como%20son%20las>

Bogarín Trujillo, S., Álvarez López, P., & Trujillo Ubaldo, E. (30 de Junio de 2024). *IMPACTO DE LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN LOS PRODUCTORES DEL MARGEN IZQUIERDO DEL*

RÍO SANTIAGO, EN EL MUNICIPIO DE SANTIAGO IXCUINTLA, NAYARIT, MÉXICO.

Obtenido de Revista Científica ECOCIENCIA:
<https://revistas.ecotec.edu.ec/index.php/ecociencia/article/view/885>

Carrasco Vargas, W., Montero Flores, P., Cobos Mora, F., & Gómez Villalva, J. (Diciembre de 2023). *Historia del maíz desde tiempos ancestrales hasta la actualidad*. Obtenido de JOURNAL OF SCIENCE AND RESEARCH:
file:///C:/Users/Personal/Downloads/6_115_130_Historia+del+ma%C3%ADz+desde+tiempos+ancestrales+hasta+la+actualidad.pdf

CODEX ALIMENTARIUS - NORMAS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS. (2019).
Obtenido de NORMA PARA EL MAÍZ.

FAO. (2020). *Introducción al maíz y su importancia*. Obtenido de
<https://www.fao.org/4/x7650s/x7650s02.htm>

FAO. (2020). *Metodos de limpieza*. Obtenido de
<https://www.fao.org/4/x5027s/x5027s04.htm#:~:text=La%20limpieza%20se%20llewa,m%C3%A9todo%20realizar%20una%20buena%20limpieza.>

FAO. (2022). *FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de
<https://www.fao.org/faostat/es/#data>

González, F., Avila, M., Gil, Y., & Velasco, D. (05 de Agosto de 2016). Obtenido de Proceso de fabricacion de la harina de maíz.

Hurtado Guayanay, P. A. (2019). *Evaluación del manejo poscosecha del maíz (Zea Mays) en la planta de procesamiento Pindal. Cantón Pindal Provincia de Loja*. Obtenido de
<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21595/1/Pablo%20Andres%20Hurtao%20Guayanay.pdf>

Ignjatović, J., Blagojević, M., & Đorđević, A. (20 de Junio de 2024). *Production and state of the corn market according to the principles of sustainable development*. Obtenido de <https://sdpz.rs/wp-content/uploads/2024/08/9.-RAD-5-Ignjatovic-pp.76-87.-DOI.pdf>

INTA. (Mayo de 2013). Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos. *Manual de buenas prácticas en poscosecha de granos*. Argentina: INTA.

López Tejeda, V., & Pérez Guarachi, J. F. (2011). *TECNICAS DE RECOPIACIÓN DE DATOS EN LA INVESTIGACIÓN CIENTIFICA*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://revistasbolivianas.umsa.bo/pdf/raci/v10/v10_a08.pdf

Mancheno, E., Moreira, M., Jácome, W., Padilla, K., & Remache, M. (15 de Diciembre de 2023). *Caracterización del secado del maíz duro amarillo en el Cantón Quevedo*. Obtenido de https://www.revistabionatura.com/files/2023_ylg9mtpv.08.04.99.pdf

Mercedes, M., Mancheno, E., Jácome, W., Murillo, M., & Cuenca, A. (15 de Septiembre de 2023). *Evaluación económica del proceso de secado de maíz para calcular la incidencia en la productividad del*. Obtenido de <https://www.revistabionatura.com/files/nn2023.08.04.101.pdf>

Muñoz Choque, A. M. (01 de Enero de 2021). Obtenido de Estudio de tiempos y su relación con la productividad: <https://revistaenfoques.org/index.php/revistaenfoques/article/view/104/804>

Navarrete Gómez, R., Reyna Intriago, C. E., Haro Bustamante, G. J., & García Arévalo, J. E. (12 de Noviembre de 2021). Obtenido de Optimizar procesos en el área de producción: <https://centroseditorial.com/index.php/revista/article/view/70/185>

PEÑA CASTRO, A. R. (2020). *DISEÑO DE UNA LÍNEA PARA LA PRODUCCIÓN SEMI-INDUSTRIAL DE DERIVADOS DEL MAÍZ (Zea mays L.) EN EL CANTÓN BALZAR.*

Obtenido de

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PE%C3%91A%20CASTRO%20ANTHONY%20RICARDO.pdf>

PROAIN TECNOLOGÍA AGRÍCOLA. (16 de Octubre de 2020). Obtenido de IMPORTANCIA DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE MAÍZ PARA SU COSECHA:

[https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/importancia-de-la-humedad-del-grano-de-maiz-](https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/importancia-de-la-humedad-del-grano-de-maiz-para-su-)

[cosecha?srsltid=AfmBOooZguT00GHgEt3Hon50ph3LAyVvh2Htryjez0UKCwmes4HKE91D](https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/importancia-de-la-humedad-del-grano-de-maiz-para-su-cosecha?srsltid=AfmBOooZguT00GHgEt3Hon50ph3LAyVvh2Htryjez0UKCwmes4HKE91D)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA. (2024). *Diccionario de la lengua española.* Obtenido de

<https://dle.rae.es/cuadrilla>

Reasco Gavilanes, S., Acosta Roby, M. G., Gaibor Gaibor, J. Y., & Encalada Tenorio, G. (Mayo de 2018). Obtenido de CUELLOS DE BOTELLA Y RECURSOS RESTRINGIDOS POR

LA CAPACIDAD EN LAS INSTITUCIONES DEL SECTOR PRIVADO:

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2018/05/recursos-restringidos-instituciones.html>

SAP - HELP PORTAL. (s.f.). *Tiempo de procesamiento de producción.* Obtenido de

https://help.sap.com/docs/SAP_INTEGRATED_BUSINESS_PLANNING/feae3cea3cc549aaa9d9de7d363a83e6/15fdb25783126b10e1000000a441470.html

Statista. (25 de Septiembre de 2024). *Volumen de maíz producido en el mundo desde 2014/2015*

hasta 2023/2024. Obtenido de <https://es.statista.com/estadisticas/517167/produccion-mundial-de-maiz/>

Subgerencia de Análisis de Productos y Servicios. (Junio de 2023). *Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca - Cultivo de Maíz*. Obtenido de <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/downloads/biblioteca/2023/fichas-sectoriales-2-trimestre/Ficha-Sectorial-Cultivo-de-maiz.pdf>

Tigse Chugchilán, N. S., & Vásquez Sánchez, J. O. (2022). *DIAGNÓSTICO DE LOS SISTEMAS DE SECADO DE MAÍZ EMPLEADOS EN LAS COMERCIALIZADORAS DE GRANOS DEL CANTÓN QUEVEDO*. Obtenido de UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6740>

TOMALÁ PANCHANA., J. J. (2015). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA PROCESADORA DE HARINA A BASE DEL MAÍZ PARA LA ASOCIACIÓN AGROPECUARIA GANADEROS Y MAICEROS “CULTURA GUANGALA”, COMUNA MANANTIAL DE GUANGALA, PARROQUIA COLONCHE CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA SANTA ELENA*. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/2714>

Torres Pardo, F. (2021). *EVALUACIÓN PRE COSECHA – COSECHA Y POSTCOSECHA DEL CULTIVO DE MAÍZ (ZEA MAYS L.) PARA LA INOCUIDAD EN LAS PARROQUIAS DE LUCERO Y SAN GÜILLÍN CANTÓN CALVAS, PROVINCIA DE LOJA*. Obtenido de <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23946/1/Fernando%20Dar%C3%A9Do%20Torres%20Pardo.pdf>