

Propuesta de Diseño
Planta a Escala de Malta
Región del Biobío.



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA

Trabajo de titulación
para optar al título profesional de
INGENIERIA EN EJECUCION QUIMICA, MENCIÓN CONTROL.

Alumno:
Valentina Linco Concha.

Profesor guía:
Víctor Lizama Molina.



JUSTIFICACIÓN

Con la llegada del siglo XXI, la situación nacional evoluciono de la mano del auge económico chileno. Emprendedores en varias regiones del país decidieron aventurarse con la producción de cervezas, ampliando de este modo fuertemente la oferta de variedades y estilos, esto ha impulsado el consumo de la cultura cervecera y a su vez la necesidad en la industria de producción de malta.

Actualmente, se estima que hay más de 300 productores de cerveza en Chile y que la industria aporta al mercado más de 100.000 puestos de trabajo, desde la siembra del cereal maltero hasta el embotellado de la cerveza como tal.

Según datos de la Asociación de Productores de Cerveza de Chile (ACECHI), entre el 2005 y 2023 el consumo per cápita aumentó de 30 a 75 litros, marcando un hito en la pandemia con 65 litros per cápita al año. En este periodo de 18 años, el crecimiento ha sido de manera exponencial, obtenido un 88,7%. Como dato adicional, solo en la región del Biobío existen 45 cervecerías registradas actualmente.

En Chile, la producción de cebada se concentra en 4 regiones del sur del país: Región de la Araucanía, Biobío, Ñuble y Región de los Lagos. En estas regiones, debido a su clima templado y condiciones de suelo adecuadas, permiten que la producción se de en condiciones óptimas, de tal forma que es utilizada para como materia prima para diversos productos de la industria alimenticia, como también para la producción de industria cervecera.

A continuación, podemos observar los datos relacionados con la superficie sembrada en las dos industrias anteriormente mencionada, Cervecera y Forrajera, donde podemos observar que son aproximadamente 7.000 Ha con cultivos activos de cebada, y si nos vamos al detalle, podemos destacar que la región del Biobío tiene la mayor concentración de siembra para ambas industrias.

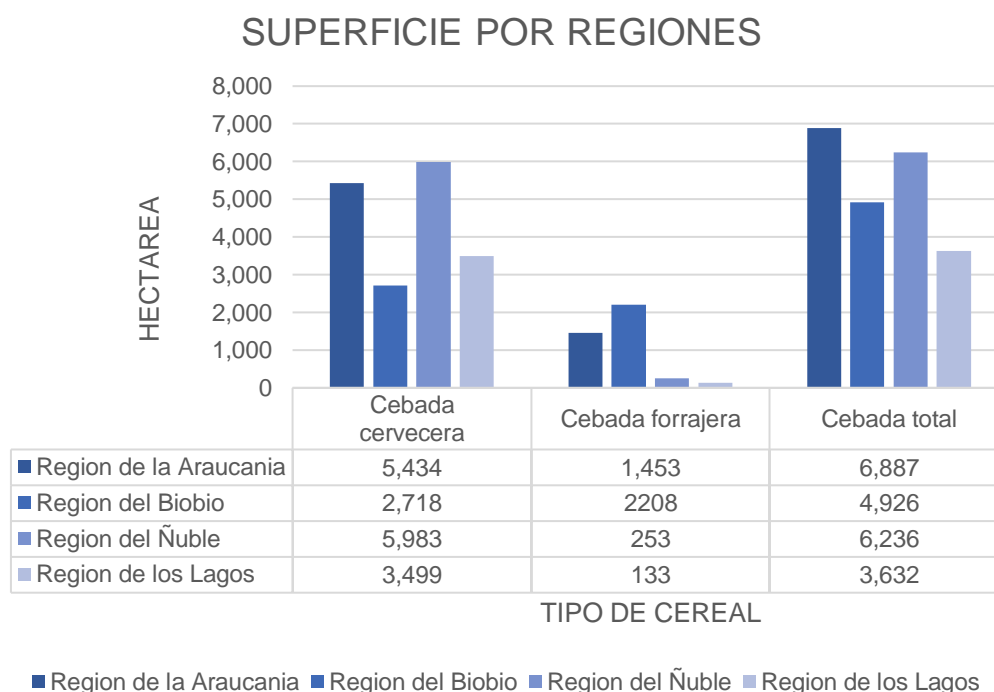




Figura 0.1: Evolución de la superficie sembrada de cultivos anuales de cebada.
Elaboración propia.

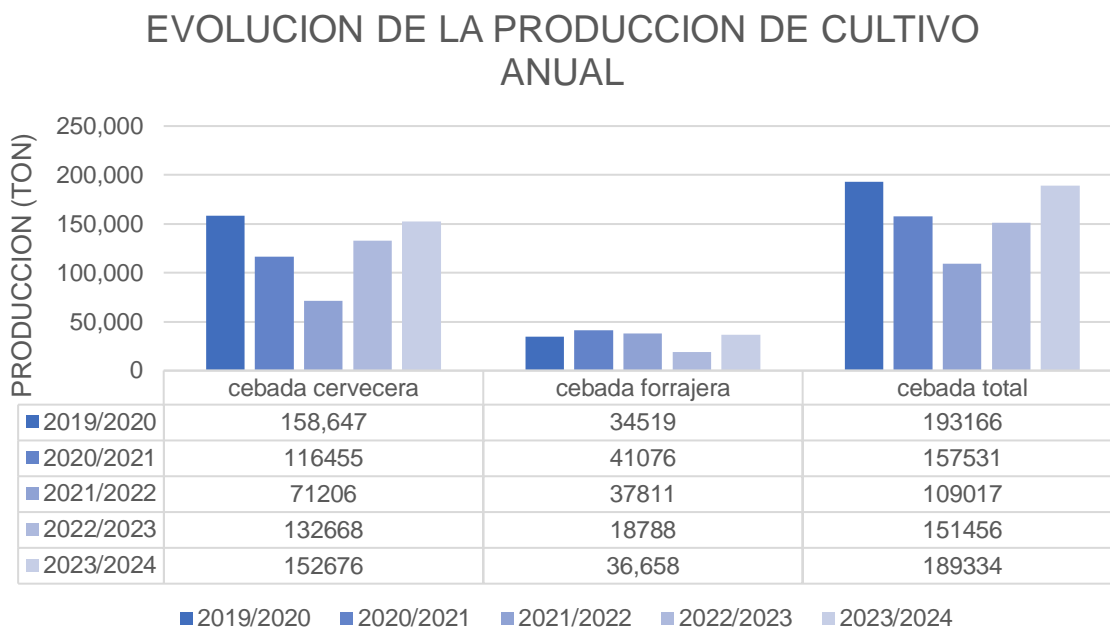


Figura 0.2: Evolución de la producción de cultivos anuales de cebada en toneladas.
Elaboración propia.

Si analizamos el proceso evolutivo en relación con la producción de cebada, notamos un aumento sostenido en el período 22-23, algunas de las premisas que podemos mencionar, es que, según los estudios publicados por SENDA, en período de Pandemia (Covid-19), y post pandemia, hubo a nivel nacional, un incremento considerable del consumo de bebidas alcohólicas, siendo la Cerveza, uno de los crecimientos más exponenciales junto con el vino.



INDICE DE CONTENIDOS

JUSTIFICACIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECIFICOS	6
ALCANCE	7
MARCO TEORICO	7
RESULTADOS ESPERADOS	7
INTRODUCCIÓN	8
CAPITULO 1	9
ASPECTOS INSTITUCIONALES DE LA EMPRESA.....	9
Objeto de la Empresa	10
Misión	10
Visión.....	10
Organización de la empresa.....	11
ESTUDIO DE MERCADO.....	12
Análisis de la demanda.....	13
Demanda proyectada.....	13
Demanda Proyectada en la Región del Biobío.	16
Análisis de la oferta	18
Promoción del producto	19
Análisis FODA	19
Conclusiones de estudio de mercado	20
ESTUDIO DE OTRAS PLANTAS PRODUCTORAS DE MALTA.....	20
Maltexco S.A., Coronel, Región del Biobío.....	21
Navarro y cia, Región Metropolitana.....	21
Gecorp, Región metropolitana y Región de los Ríos.....	21
Casa Trinidad/ Insumos Cerveceros, Región Metropolitana.....	22
CAPITULO 2	23
ANTECEDENTES DE LA CEBADA.....	23
Composición química del grano de cebada	24
Contenido de carbohidratos amiláceos y no amiláceos.....	26
Polisacáridos amiláceos	26
Polisacáridos no amiláceos.....	26
Contenido de nitrógeno y proteínas	27
Enzimas implicadas en el proceso de malteado.....	27
Bioquímica del proceso de malteado	27



EL MALTEADO	28
Producto por elaborar.....	29
Maltas base.....	29
Maltas especiales.....	31
Tipos de Cebada	33
DIAGRAMA DE BLOQUE.....	34
BALANCE DE MASA	36
Descripción del proceso	37
1. Recepción y almacenamiento de la cebada.....	37
2. Limpieza y almacenamiento de cebada limpia.....	37
3. Remojo	38
4. Germinación	39
5. Secado y tostado	41
6. Desgerminado.....	42
7. Envasado, paletizado y almacenamiento.....	43
Equipos y tecnologías en la producción de malta	45
SISTEMA DE RECEPCIÓN	45
Sistema de desempolvado para foso de recepción.....	45
SISTEMAS DE LIMPIEZA Y CLASIFICACION	45
Máquina de limpieza universal → TAS.....	46
Combinación de cilindros alveolados → Ultratrieur.....	47
Tamizadora GrainPlus.....	48
SISTEMAS DE MALTEADO, REMOJO, GERMINACION, TOSTADO.....	49
Sistema de malteado artesanal basado en tambores.....	49
Malteado en Caja Saladín Avanzado.....	50
Sistema de malteado tradicional	51
Sistema de malteado en torre.....	51
Sistema de malteado en Caja Saladino.....	52
DESGERMINACION Y LIMPIEZA	53
Máquina de limpieza universal → TAS.....	53
TRANSPORTE (BUHLER GROUP).....	54
Transportador de cadena con artesa. Heavy- Duty line.....	54
Elevador de cangilones con cinta.....	55
Transportador de cinta encajonada	56
ALMACENAMIENTO.....	57
Silos de almacenamiento de acero	57



CAPITULO 3	58
EFICIENCIA ENERGETICA Y USO DE RECURSOS EN ESTE TIPO DE PROCESOS	58
Normativas ambientales y de seguridad industrial.	60
Normas ISO.....	60
Control de calidad del proceso	62
Controles de calidad de la cebada	63
Controles manuales	63
Controles mecánicos y químicos:	63
Controles fisiológicos:	64
Control de calidad de la malta	64
Control de calidad mecánico:	64
Control de calidad químico- técnico:	64
Descripción de las técnicas analíticas:	64
Clasificación granulométrica	64
Vitrosidad.....	65
Contenido de agua	65
Poder germinativo.....	65
Energía de germinación.....	66
Sensibilidad al agua	66
Prueba de flotación	67
Friabilidad	67
Densidad.....	67
Proceso de maceración de laboratorio.....	68
CAPITULO 4	69
Tamaño de la producción	69
Determinación del tamaño de la planta	69
Capacidad teórica.....	70
Capacidad real	70
Producción.....	70
EVALUACION TECNICO- ECONOMICA.	72
FLUJO DE CAJA	74
CONCLUSIONES	76
BIBLIOGRAFIA	77



OBJETIVO GENERAL

Proponer el diseño de una planta a escala para la producción de malta en el sector Palomares, Concepción, Chile.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Descripción del proceso producción de malta y las tecnologías requeridas para su obtención.
2. Determinar los balances de masa y de energía del proceso, con el fin de determinar los requerimientos de la planta.
3. Evaluación técnico-económica del proceso, mediante indicadores de gestión.



ALCANCE

Realizar una propuesta de diseño para una planta a pequeña escala de producción de malta.

MARCO TEORICO

1. Estudio de mercado.
2. Proceso de malteado.
3. Producción y proceso de malta.
4. Estudio de otras plantas productoras de malta.
5. Equipos y tecnologías en la producción de malta.
6. Eficiencia energética y uso de recursos en este tipo de proceso.
7. Evaluación técnico-económica en proyecto industrial.
8. Normativas ambientales y de seguridad industrial.

RESULTADOS ESPERADOS

El resultado del proyecto será un diseño integral y detallado de una planta a escala de malta en el sector Palomares, Concepción Chile.

Determinar que exista una viabilidad favorable técnico-económica para el diseño de una planta a escala de producción de malta.

La planta de producción de malta tendrá una capacidad de 1.500.000 kg al año, diseñada en base a un análisis de mercado realizado en la Región del Biobío.



INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la industria cervecera en Chile ha experimentado un notable crecimiento, impulsado por el auge de las cervezas artesanales y un aumento en la demanda de productos locales de alta calidad. Este fenómeno ha generado una necesidad creciente de optimizar la producción de malta, un ingrediente esencial en la elaboración de cerveza, que no solo proporciona los azúcares necesarios para la fermentación, sino que también influye en el sabor, color y cuerpo de la bebida.

El presente proyecto tiene como objetivo diseñar una planta de malteado que responda a la creciente demanda del mercado, garantizando al mismo tiempo un proceso productivo eficiente y sostenible. La propuesta busca integrar prácticas que minimicen el impacto ambiental y aseguren la calidad del producto final, contribuyendo así al desarrollo de una industria cervecera más responsable y competitiva.

A lo largo de este documento, se explorarán aspectos fundamentales del diseño de la planta, el análisis del mercado, así como las oportunidades y desafíos que enfrenta la industria de la malta en el contexto actual. Este trabajo no solo representa un esfuerzo académico, sino que también busca aportar al crecimiento sostenible de la industria cervecera en la Región del Biobío y en todo Chile.

CAPITULO 1

ASPECTOS INSTITUCIONALES DE LA EMPRESA ESTUDIO DE MERCADO

Nombre de la empresa: BIOMALTA, maltería región del Biobío.

Marca del producto: BIOMALTA, sabor del sur de Chile.

Razón social:

- Nombre de la sociedad: Biomalta, maltería región del Biobío.
- Tipo de empresa: Sociedad de responsabilidad limitada (Ltda.)
- RUT: 99.876.543-9
- Dirección: Avenida Veintiuno de Mayo, coordenadas -36.8148050, -72.9800110



Figura 1.1: Ubicación geográfica propuesta para la implementación de la maltería BIOMALTA en la Región del Bio bio.

Objeto de la Empresa

Producir maltas bases y gran variedad de maltas especializadas utilizando como materia prima cebada cervecera producida en el país.

Misión

Ser líderes en el mercado a nivel de país en el área de análisis, muestreo y venta de malta, liderando el mercado por medio de la eficiencia, cumplimiento, responsabilidad, lograr que todo nuestro personal se sienta motivado y orgulloso de pertenecer a nuestra organización, fomentando el control y la calidad en el servicio, buscando siempre dar más de sí mismos y con esto lograr la satisfacción del cliente.

Visión

Ser una maltería, comprometida en alcanzar la completa satisfacción de nuestros clientes cuidando la calidad con las que se desarrollan nuestras obras, haciéndolas perdurables en el tiempo, y conservando nuestros recursos humanos, inculcándoles la eficiencia, la mejora continua y la seguridad sobre los trabajos que desempeñan y el sentido de pertenencia a la organización.

Logo de la empresa



Figura 1.2: Logo de la empresa.

Elaboración propia.

Organización de la empresa

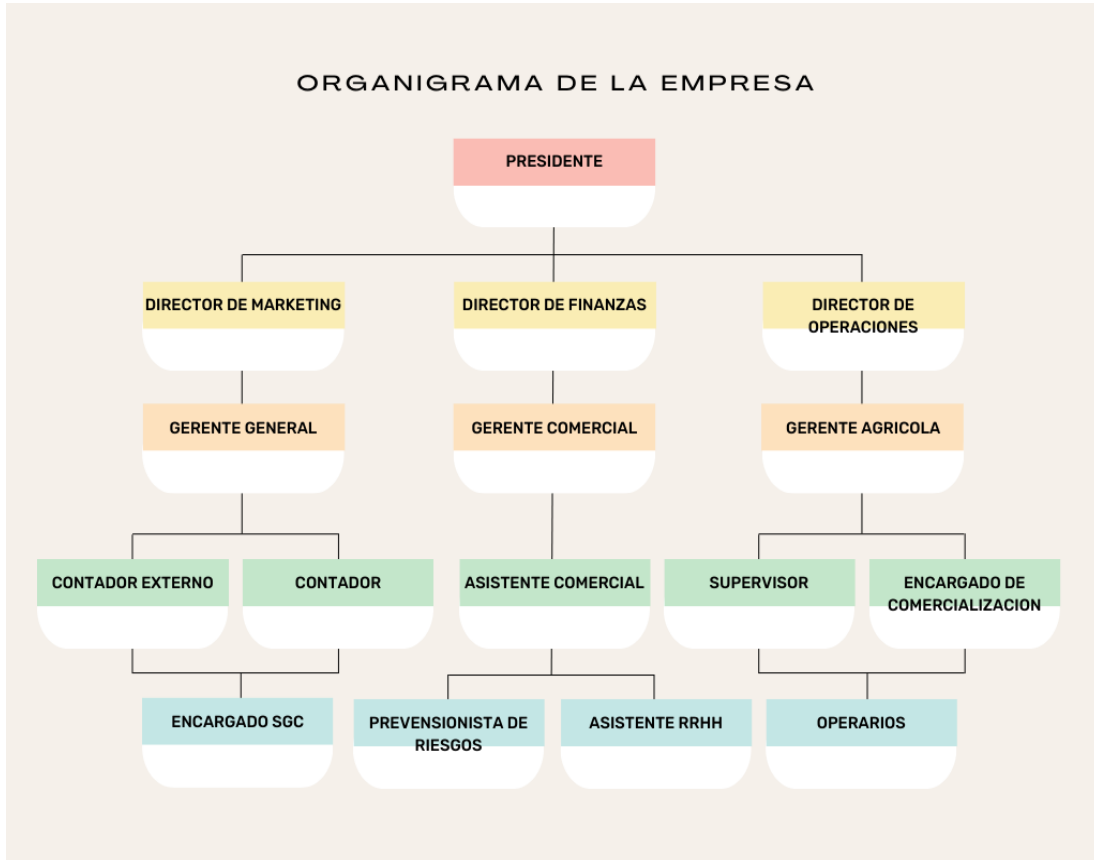


Figura 1.3: Organigrama de la empresa.

Elaboración propia.

ESTUDIO DE MERCADO

Definición del producto

Se entiende exclusivamente por cebada malteada o malta al grano de cebada cervecera sometido a germinación parcial y posterior deshidratación y/o tostado en condiciones tecnológicas adecuadas. Cualquier otro cereal sometido a un proceso de malteo deberá denominarse “malta de...” seguido del nombre del cereal.

La malta es el producto resultante de un proceso natural, durante el cual la cebada sufre cambios en su estructura, aprovechando para ello la excitación natural de las fuentes de energía que posee. Es la principal materia prima en la elaboración de cerveza. De las cualidades y tipos de cerveza que se quieren elaborar, depende la forma de conducción de este proceso de malteado, manejando tiempos y temperaturas de forma tal que acentúen o atenúen efectos que modifican la estructura química y caracterizan la malta resultante, es decir, que de acuerdo con la tecnología elegida para el malteado se obtendrán las conocidas maltas bases y especiales según las necesidades. Las mismas aportan los azúcares que posteriormente las levaduras van a fermentar y los minerales que contiene proporcionan muchos de los nutrientes esenciales que necesita dicho microorganismo para desarrollarse. Las proteínas del grano dan estructura a la espuma, es uno de los mayores contribuyentes del sabor, aroma y el cuerpo de la cerveza y es el agente principal que le otorga el color a esta bebida.

La malta se puede clasificar de acuerdo con su funcionalidad y el grado de transformación como un bien intermedio debido a que son bienes que mediante su transformación se convierten en bienes de consumo, en este caso cerveza.

En el proceso de producción de malta, el consumo de cebada está directamente relacionado con la cantidad producida. Como se observa en el gráfico, la relación es de 1.2 toneladas de cebada por cada tonelada de malta producida, lo que refleja la eficiencia del proceso productivo.



Figura 1.4: Consumo específico cebada/malta.

Elaboración propia.

Por último, haciendo hincapié en la cebada cervecera, se puede decir que es un cereal de invierno, que en Chile su cultivo se desarrolla en los meses de mayo hasta septiembre, y su cosecha se realiza a partir de noviembre. La zona agrónicamente apta para producir cebada se ubica en la zona centro sur del país, específicamente en la región del Biobío, en la región del Ñuble, en la región de la Araucanía y por último en la región de los Lagos.



Análisis de la demanda

Demanda histórica

La determinación de la demanda histórica de malta fue obtenida de manera indirecta en base al consumo per cápita de cerveza a nivel nacional ya que no existe información oficial sobre la producción cervecera nacional. Esto aproxima la determinación de la demanda de malta para la industria cervecera.

Para este análisis se tomó en cuenta en una primera instancia el consumo per cápita de cerveza industrial y artesanal proporcionado por la ACECHI (Asociación de productores de cerveza en Chile A.G), de lo cual se obtuvo un aproximado nacional de la producción de estas, luego se trabajó en determinar la producción de malta necesaria para la elaboración de dichos litros de cerveza en los últimos 5 años.

Los datos de producción histórica como de consumo de malta se ven reflejados en la tabla 1.1

Año	Producción nacional de cerveza (l)	Producción nacional de cerveza artesanal (l)	Porcentaje de cerveza artesanal (%)	Consumo producción nacional total de malta (Kg)	Consumo producción nacional artesanal de malta (kg)
2019	1.030.575.000	60.853.000	6%	206.115.000	12.170.600
2020	1.130.688.000	160.966.000	14%	226.137.600	32.193.200
2021	1.286.746.000	317.024.500	25%	257.349.200	63.404.900
2022	1.158.170.000	188.448.000	16%	231.634.000	37.689.600
2023	1.111.058.000	251.264.000	23%	222.211.600	50.252.800

Tabla 1.1: Producción nacional de cerveza industrial y artesanal en Chile, y el consumo de malta.

Elaboración propia.

Se puede observar en la tabla anterior, un crecimiento sostenido en la producción de cerveza artesanal. En el 2019, la cerveza artesanal representaba solo el 5,9% de la producción total, mientras que en 2023 este porcentaje alcanzó el 22,6%, dicho incremento indica un cambio significativo en las preferencias de los consumidores hacia la cerveza artesanal, por lo que se puede confirmar que este rubro tiene un crecimiento exponencial.

Según la asociación de productores de cerveza en Chile A.G, la cantidad aproximada de malta consumida para producir un litro de cerveza es de 0,2 kg. Esta relación fue utilizada para obtener la cantidad de kilogramos totales de malta consumidos para la elaboración de cerveza a lo largo de los últimos cinco años.

Demanda proyectada

En base a los datos obtenidos en el análisis anterior, se realizó una proyección a 10 años de las cantidades producidas de cerveza industrial y artesanal, también de la tasa de crecimiento de este último sector dentro de la producción total y del consumo de malta para dichas elaboraciones.

Para realizar una proyección del porcentaje de cerveza artesanal desde 2023 a 2033, se podría utilizar la tasa de crecimiento observada en los años anteriores, en ese caso, el porcentaje de cerveza artesanal creció de 5,9% en el año 2019 a 22,6% en el año 2023.



Calculando la tasa de crecimiento promedio anual (CAGR) entre 2019 y 2023:

- Porcentaje 2019: 5,9%
- Porcentaje 2023: 22,6%
- Número de años: 5

$$CAGR = \left(\frac{\text{Valor Final}}{\text{Valor Inicial}} \right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

Formula

Donde,

- Valor final: 22,6%
- Valor inicial: 5,9%
- n: 5 años.

CAGR: 0,308 o 30,8%

El método de proyección utilizado es el de regresión lineal en el cual se establece la demanda en kg de malta como variable dependiente y el tiempo como variable independiente. La pendiente de la curva está relacionada con el valor de la tasa de crecimiento del sector artesanal con respecto al total de cerveza, y dicho valor es sesgado por lo expuesto a continuación.

Los valores extrapolados se plasman en la tabla ¿? Y se debe resaltar que no se tomara una tasa de crecimiento del 30,8% del segmento artesanal calculado por la tasa de crecimiento promedio anual, sino se optó por un valor más conservador y realista del 10%, esto es debido a que, si bien el sector está experimentando un aumento exponencial, es más razonable esperar que este crecimiento del sector artesanal no se vea sostenido en el tiempo, sino que comience, llegando a un determinado punto a tender a un valor más estable.

Estas medidas fueron tomadas en base al concepto de “ciclo de vida de un producto”, modelo que supone que los productos introducidos con éxito en los mercados competitivos pasan por un ciclo predecible con el transcurso del tiempo, este modelo consta de una serie de etapas entre las cuales se encuentra la introducción, el crecimiento, la madurez y la declinación. Asociado al aumento exponencial de la demanda a la llamada etapa de crecimiento es posible predecir una próxima etapa de madurez del producto en el cual se basa este análisis de mercado puesto que es un escenario más realista.

Así mismo para determinar que el valor más apropiado a considerar como tasa de crecimiento es el 10%, se consideró el segmento que abarca la cerveza tipo artesanal actualmente en países en los cuales este mercado lleva varias décadas desarrollándose y en los que se puede asumir ya han logrado una fase de estabilidad como es EE. UU con un 11% y España donde ronda el 8%. Mientras que si se sostuviera el valor de crecimiento actual del 30,8% este segmento artesanal podría llegar a tomar más del 60% del total de producción de cerveza en el país, lo que resulta muy improbable.

Dichos datos se observan en la tabla 1.2.

Año	Producción nacional de cerveza (l)	Producción nacional de cerveza artesanal (l)	Porcentaje de cerveza artesanal (%)	Consumo producción nacional total de malta (Kg)	Consumo producción nacional artesanal de malta (kg)
2019	1.030.575.000	60.853.000	6%	206.115.000	12.170.600
2020	1.130.688.000	160.966.000	14%	226.137.600	32.193.200



2021	1.286.746.000	317.024.500	25%	257.349.200	63.404.900
2022	1.158.170.000	188.448.000	16%	231.634.000	37.689.600
2023	1.111.058.000	251.264.000	23%	222.211.600	50.252.800
2024	1.133.079.160	276.390.400	24%	226.615.832	55.278.080
2025	1.155.441.643	304.029.440	26%	231.088.329	60.805.888
2026	1.178.050.476	334.432.382	28%	235.610.095	66.886.476
2027	1.200.901.486	367.875.622	31%	240.180.297	73.575.124
2028	1.224.045.516	404.663.184	33%	244.809.103	80.932.637
2029	1.247.482.826	444.829.502	36%	249.496.565	88.965.900
2030	1.271.223.682	489.312.452	38%	254.244.736	97.862.490
2031	1.295.278.156	538.243.697	42%	259.055.631	107.648.739
2032	1.319.646.000	592.068.066	45%	263.929.200	118.413.613
2033	1.344.328.920	651.275.873	48%	268.865.784	130.255.175

Tabla 1.2: Proyección de la producción nacional de cerveza artesanal con un crecimiento del 10%; proyección de la producción nacional de cerveza total con un crecimiento del 2%.

Elaboración propia.

Esta proyección sugiere un crecimiento continuo en la participación de la cerveza artesanal en el mercado, alcanzando más del 48% para el año 2033, lo que refleja una tendencia positiva hacia la preferencia por productos artesanales en la industria cervecera.

PRODUCCION NACIONAL PROYECTADA DE CERVEZA (HL)

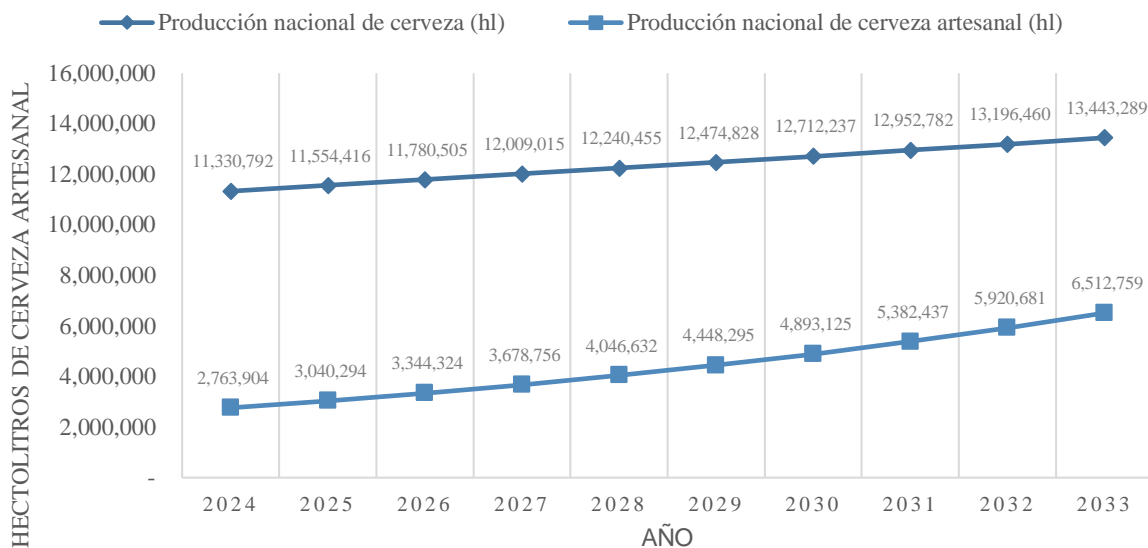


Figura 1.5: Producción nacional proyectada de cerveza.

Elaboración propia.



CONSUMO PROYECTADO DE MALTA (KG)

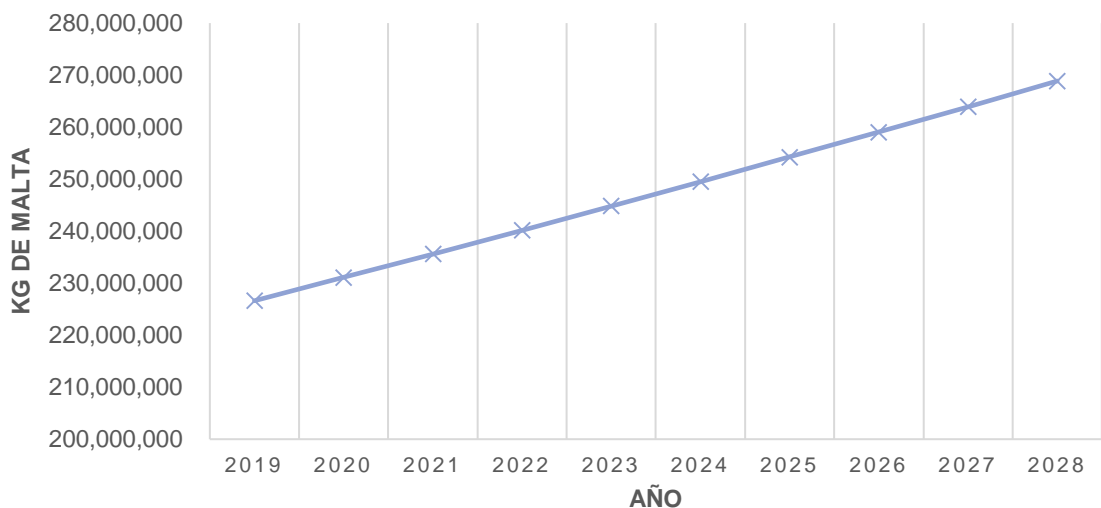


Figura 1.6: Consumo proyectado de malta.

Elaboración propia.

Una vez obtenida la proyección a 10 años de la producción de cerveza y por consiguiente la producción necesaria de malta, se concluye que la producción de cerveza artesanal para el año 2033 se estima que será de 651.275.873 litros con una participación en el mercado de aproximadamente el 58% impactando directamente en la producción de malta, la cual corresponderá a 130.255.175 kilogramos.

Demanda Proyectada en la Región del Biobío.

Es necesario para este análisis no solo saber cuál es la demanda de malta en el país puesto que el objetivo es abastecer en una primera instancia a la región del Biobío y alrededores y por ende es la parte de la demanda total que representa este territorio la que se busca definir. Dado que no se registra información de fuentes oficiales que establezcan la proporción del total de producción artesanal de cerveza que representa este sector es necesario recopilar información de fuentes primarias, por lo que se realizó encuestas a las cervecerías que operaron en el último Beerfest en Concepción.

Se registro la información de 15 cervecerías artesanales que producen y distribuyen en la zona, se encuesto a cada cervecería a modo de obtener información sobre el volumen de producción anual de cerveza en litros, el consumo anual de malta en kilogramos y los proveedores de dicha malta, en la tabla ¿? Se puede observar la cantidad de litros de cerveza por año producidos por dichas cervecerías.



Cervecería	Ubicación maltería	Producción anual aproximada (l)	Consumo anual de malta (kg)	Distribuidor de malta	Ubicación maltería.
Nyd bier	Florida	50.000	10.000	Gecor, Navarro.	Chile
Doble ruta	San Pedro de la Paz	12.000	2.400	Maltexco, Navarro.	Chile
Estero	Nonguen	70.000	14.000	Weyermann malt, Gecorp, Casa Trinidad, Patagonia, Maris Otter.	Chile Importada
Wandersleben	Chillan	48.000	9.600	Maltexco, Navarro, Gecorp, Swaen malt, Weyermann malt.	Chile Importada
Black rhino	Concepción	60.000	12.000	Gecorp, Casa Trinidad, Barbon beer company.	Chile Importada
Laraquete	Laraquete	140.000	28.000	Maltexco, Weyermann malt, Swaen malt.	Chile Importada
Celta	Hualqui	145.000	29.000	Maltexco.	Chile
Perro negro	Concepción	12.000	2.400	Patagonia, Castle malting, Gecorp, Best malz.	Chile Importada
Strato	Hualpén	240.000	4.800	Maltexco, Swaen malt.	Chile Importada
Indomable	Hualpén	156.000	31.200	Navarro.	Chile
Sagitta	Chillan	108.000	21.600	Gecorp, Navarro, Patagonia.	Chile
Crápula	Concepción	240.000	48.000	Gecorp, Casa Trinidad, Barbon beer company.	Chile Importada
Toten	Chiguayante	144.000	28.800	Gecorp, Maltexco.	Chile
Podkol	Coronel	120.000	24.000	Maltexco, Swaen malt, Casa trinidad.	Chile Importada
Rosal	Pinto	50.000	10.000	Weyermann malt, Swaen malt.	Importada
Total		1.379.000	280.000		

Tabla 1.3: Producción de cerveza artesanal y su consumo de malta para 15 malterías en la región del Biobío.

Elaboración propia.

Según los datos obtenidos en la encuesta realizada en el último Beerfest en diciembre del 2024, el promedio de producción de cerveza artesanal anual en la región del Biobío es de 100.000 litros de cerveza por empresa, lo que corresponde a un consumo de malta aproximado de 20.000 kg por cada cervecería durante el año 2023.

Es importante mencionar que los datos obtenidos representan el 33% de las cervecerías artesanales de la región, esta información fue entregada de primera fuente por cada cerveceros que participo en el evento Beerfest.

Para obtener una proyección más realista se consideró ese 33% de datos sobre la producción de cerveza artesanal en la región del Biobío para estimar la producción del 100% de los cerveceros en esta localización, mediante el siguiente calculo:

$$X \rightarrow 100\%$$

$$1.379.000 \text{ litros} \rightarrow 33\%$$

X= 4.178.749 litros.

Dicho resultado se utilizará como base para determinar la proyección del requerimiento de nuestro producto de los cerveceros locales de la región del Biobío, para los próximos 10 años.

En base a los datos anteriores, en el año 2023 y teniendo en consideración la tasa de crecimiento de la demanda histórica de cerveza artesanal que corresponde a un valor del 10% anual expuesto con anterioridad, se realizó utilizando este dato como pendiente y así análogamente en el análisis anterior se extrapoló los valores de consumo de malta y producción de cerveza desde el año 2023 hasta el año 2033 en la tabla ¿.?

Año	Producción de cerveza artesanal región del Biobío (l)	Consumo de malta (kg)
2023	4.178.749	835.750
2024	4.596.624	919.325
2025	5.056.287	1.011.258
2026	5.561.915	1.112.383
2027	6.118.107	1.223.622
2028	6.729.918	1.345.984
2029	7.402.909	1.480.582
2030	8.143.200	1.628.640
2031	8.957.521	1.791.504
2032	9.853.273	1.970.655
2033	10.838.601	2.167.721

Tabla 1.4: Producción proyectada de cerveza artesanal y consumo de malta en la región del Biobío.

Elaboración propia.

Como se puede observar, el consumo de malta de los cerveceros artesanales en la región del Biobío para el año 2023 es de 835.750 kg aproximadamente y se estima que crecerá hasta los 2.167.721 kg. para el año 2033.

Análisis de la oferta

Según datos obtenidos de estudios realizados por la ACECHI (Asociación de productores de cerveza en Chile A.G) existen en el mercado nacional nueve productores de malta entre los cuales se encuentran, Maltexco S.A, maltería Gecorp, Navarrio y cia, Casa Trinidad, Barbon Beer Company, entre otras. Dichas malterías son de segunda elaboración todas a excepción de Maltexco S.A, quien es el productor de maltas base, compañía que vende su producto a las malterías de segunda elaboración para un proceso nuevo de malteado de especialidades.

Maltexco S.A destina su producción de maltas bases al mercado externo y abastecimiento de las malterías más pequeñas, también atiende el mercado industrial nacional, por lo que es esta compañía la que lleva el monopolio en Chile. Del total de la producción de malta de esta empresa, se destina aproximadamente un 35% al mercado interno y un 65% al mercado externo. La capacidad de producción de esta maltería es de 8 millones de toneladas al año.

Producto

Cuando la malta no es almacenada correctamente experimenta una degradación de sabor y aroma. Sin embargo, bajo circunstancias apropiadas se puede almacenar por un tiempo de hasta 18 meses.

Idealmente, los granos malteados se almacenan sin aplastar (enteros), en un ambiente fresco, con una temperatura por debajo de 30°C y con una humedad del 4,5% o menor. La humedad tiene el mayor impacto en la malta cuando se almacena durante largos periodos, por eso el recipiente que se use para guardarla debe ser hermético.

El envase que se utiliza actualmente para 25kg es en sacos de arpillera plástica. También se utiliza en menor medida bolsas de papel con un filme de polipropileno. Para volúmenes menores de 5,1 kg y 200 gr. se utiliza solamente la bolsa de polipropileno.



Figura 1.7: Sacos de venta de malta.

Promoción del producto

Los medios utilizados para la promoción de la cebada malteada para la industria de la cerveza artesanal suelen ser páginas web y sitios oficiales en redes sociales (Facebook, Twitter e Instagram) dedicados al mundo de la cerveza, publicidad en páginas webs pertenecientes a las empresas distribuidoras de insumos cerveceros y participación en eventos del ámbito como cursos o congresos tanto como auspiciantes.

Análisis FODA

<p style="text-align: center;">Análisis interno.</p> <p style="text-align: center;">Análisis externo.</p>	<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología de punta. • Variedad de maltas. • Compra al por menor. • Precio competitivo. • Cercanía con el cliente. • Distancia con los proveedores de cebada cervecera 	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Insertar la nueva marca en el mercado.
<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Incremento en el número de aperturas de micro cervecerías en la región del Biobío. • Mayor consumo de cerveza artesanal. 	<p style="text-align: center;">ESTRATEGIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Promoción y publicidad de las maltas. 	<p style="text-align: center;">ESTRATEGIA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Uso de tecnologías que permitan obtener maltas de excelente calidad.



AMENAZAS	ESTRATEGIA	ESTRATEGIA
<ul style="list-style-type: none"> • Competencia. • Empresas con mayor experiencia. • Empresas con tarifas más bajas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ofrecer maltas de especialidad de primera calidad generando en el cliente lealtad de compra incondicional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar maltas con características diferenciadas en sabor, aroma y propiedades especializadas.

Tabla 1.5: Análisis FODA.

Conclusiones de estudio de mercado

Luego de finalizado el estudio de mercado se arriban los siguientes resultados del análisis:

- Existe la posibilidad de participación en este mercado debido a la creciente demanda de cerveza tipo artesanal, la cual impacta de manera directa en la industria de la cebada malteada como principal materia prima de la misma. Este incremento en la demanda, hasta la actualidad, es de tipo exponencial con una tasa de crecimiento anual del 30,8% el año 2023. En base a este último dato y considerando una tasa de crecimiento igual al 10% por lo ya expuesto en apartados anteriores, las proyecciones para el año 2033 dicen que el nicho de mercado que va a acaparar el sector artesanal va a ser aproximadamente el 48% con respecto al total de la producción nacional de cerveza.
- Dado que el abastecimiento de malta en la región del Biobío es interés de estudio, su demanda es la que se aspira a cubrir, esta cantidad es aproximadamente 1.500.000 kg para el año 2029.
- Con respecto a los oferentes, se concentran en el gran concepción y alrededores por lo que los costos de transportes para abastecer a dichas micro cervecerías no son elevados, lo que significa que la posibilidad de existencia de una maltería en dicha ubicación sería una ventaja a la hora de obtener la materia prima de calidad para la elaboración de cerveza, una disminución en los costos de transporte, tiempo y por lo tanto una reducción en los costos de elaboración y por ende mayores ganancias para los micro cerveceros de la zona.
- La obtención de la materia prima es una de las fortalezas planteadas en el análisis FODA y supone un costo menor para la maltería dado que los agricultores de cebada se encuentran en zonas cercanas.
- Debido a que la producción nacional de maltas especializadas es reducida y de segunda elaboración, gran parte de ellas es importada de países como Canadá, EE. UU, Alemania, entre otros. Es por ello que, la producción estará enfocada a este tipo de malta logrando un producto de calidad y con precios competitivos en un solo lugar.

ESTUDIO DE OTRAS PLANTAS PRODUCTORAS DE MALTA

La malta es un ingrediente fundamental en la elaboración de cervezas, aportando los azúcares necesarios para la fermentación y contribuyendo al sabor, color y cuerpo de esta bebida. En los últimos años, la industria cervecera ha experimentado un crecimiento significativo en Chile, impulsada por el auge de las cervezas artesanales y el aumento de la demanda por productos locales y de calidad.

En ese contexto, las empresas productoras de malta desempeñan un papel clave, ya que no solo abastecen el mercado local, sino también contribuyen a la calidad y diversidad de los estilos cerveceros. Se estudiaron distribuidoras de malta extranjera y malta nacional, dichas malterías son las que abastecen a las cervecerías encuestadas en la región del Biobío.



Maltexco S.A., Coronel, Región del Biobío.

Con su marca Patagonia Malt, es uno de los principales productores de malta en Chile y Latinoamérica. Produce maltas bases y especiales, utilizando cebadas europeas adaptadas a los suelos del sur de Chile. Maltexco se destaca por su control del proceso desde la semilla hasta el producto final, garantizando alta calidad. Esta maltería produce maltas base y de especialidad.

Base	Especialidad
Extra Pale	Maltas caramelo
Pilsen	Maltas tostadas
Pale Ale	Perla negra
Vienna	Cebada tostada
Munich	
Trigo	
Malta Melanoidina	

Tabla 1.6: Variedades de venta Maltexco S.A.

A pesar de producir 11 variedades de malta, desde el punto de vista del cervecero artesanal su producción tiene una receta básica, por lo que no es la malta preferente del artesano ya que utilizarla significa realizar un proceso en la malta previo a la elaboración de cervezas especiales.

Navarro y cia, Región Metropolitana.

Empresa Familiar Chilena con más de 50 años de experiencia, ofrece insumos como maltas, levaduras y lúpulos para la industria cervecera, enológica y alimentaria. Opera tanto en Chile como en Perú, prioriza la calidad y la asesoría técnica para sus clientes, la mayoría de su catálogo es equipamiento cervecero, es un revendedor de Weyermann malt, maltería Alemana de especialidad, sus variedades de venta son:

Weyermann			
Wheat malt pale	Munich malt tipo 2	Caramunich tipo 3	Caraaroma
Vienna malt	Melanoidin	Caramunich tipo 2	Caraamber
Smoked malt	Malta Special W	Carahell	Adidulated
Rye malt	Malta Roasted Barley	Carafa tipo 2	Carafa special tipo 2
Pilsner malt	Carared	Carafa tipo1	Carapils

Tabla 1.7: Variedades de venta Navarro y cia.

Gecorp, Región metropolitana y Región de los Ríos.

Empresa Chilena que se especializa en la comercialización de materias primas y productos para la industria cervecera y de bebidas en general. Su catálogo incluye maltas, lúpulos, levaduras e insumos necesarios para la producción de cerveza.

En cuanto a las maltas, Gecorp distribuye maltas nacionales Patagonia malt y maltas importadas Castle malting y Best malz. Entre ellas se encuentran variedades base y de especialidad, como:



Patagonia malt	Castle malting	Best malz
Caramelo	Melano Light	Caramel Pils
Chocolate	Cara Claire	Caramel Aromatic
Perla Negra	Cara Blond	Caramel Amber
Cebada Tostada	Biscuit	Caramel Munich III
Hojuela De Cebada	Cara Ruby	Red X
	Arome	Acidulated Malt
	Cara Gold	Chit Malt
	Crystal	
	Special B	
	Café	
	Chocolat	
	Black	
	Roasted Barley	
	Peated (Tourbe)	
	Malta Whisky	

Tabla 1.8: Variedades de venta Gecorp.

Casa Trinidad/ Insumos Cerveceros, Región Metropolitana.

Casa Trinidad trabaja bajo la filosofía de ofrecer productos con una excelente relación precio- calidad, se enfoca en analizar cuidadosamente los costos para poder brindar precios competitivos sin comprometer la calidad de sus productos, representa en Chile la marca de maltas Swaen Malt, originaria de Países Bajos, además de Hopsteiner proveedor de lúpulos de diversas variedades, levaduras de la marca Mangrove Jack. En su catálogo se destacan las siguientes variedades de malta:

Swaen Malt		
Extra Blackk 1400 Carafa III	Blackswaen Trigo	Goldswaen Munich Light Caramunich I
Smoked Malt	Goldswaen Munich Dark	Goldswaen Red Carared
Goldswaen Rye Malt	Black 1200 Carafa II	Goldswaen Light Carapils
Munich Light	Goldswaen Aroma Cararoma	Chocolate B 900 Carafa I
Munich Dark Tipo II	Goldswaen Brown Supreme Special B	Goldswaen Amber Caramber
Melany Melanoidina	Goldswaen Brown	Goldswaen Amber Caramber

Tabla 1.9: Variedades de venta Casa Trinidad.

Se puede concluir que las variedades de especialidad se encuentran en el mercado exterior y que no existe una industria nacional que produzca dichos tipos de malta con la cebada cervecera nacional, por lo que los cerveceros nacionales deben recurrir a revendedores para encontrar malta de sabor, color y calidad especial para la elaboración de sus cervezas artesanales.

CAPITULO 2 DISEÑO DEL PROYECTO

ANTECEDENTES DE LA CEBADA

Aunque son varios los granos de cereal que pueden ser malteados, los de cebada son los que generalmente presentan menos problemas técnicos, el maíz se maltea muy raras veces debido a que su grasa se enrancia, el trigo se maltea a escala comercial especialmente para la elaboración de ciertos tipos de pan, pero el desarrollo de microorganismos durante la germinación en la superficie del grano plantea ciertos problemas.

La cebada es la materia prima principal para la fabricación de cerveza, su utilización se basa en el hecho de que tiene un alto contenido de almidón y que la cascara sigue adherida al grano aun después de la trilla y de haber sido procesada para ser transformada en malta. La cascara posee, además, la propiedad de formar una capa filtrante necesaria en una posterior etapa de fabricación. Previo a su procesamiento en la fábrica de cerveza, la cebada debe ser convertida en malta.



Figura 2.1: Planta de cebada.

La cebada, *Hordeum vulgare* en latín, suministra el almidón necesario para la fabricación de cerveza, el cual es transformado posteriormente en la sala de cocción en extracto fermentable. También contiene proteínas,



generalmente en cantidades más que suficientes para proporcionar los aminoácidos necesarios para el crecimiento de la levadura y las sustancias nitrogenadas que desarrollan un papel importante en la formación de espuma.

La data de su origen es en Asia y Etiopía y es un cultivo con características físicas externas similares a las del trigo, además es el cuarto cereal de mayor producción en el mundo, precedido del trigo, el maíz y el arroz. La cebada es utilizada como forraje, para producir harinas, como ingrediente de productos horneados, sopas y es posible transformarla en malta, mediante la germinación parcial del grano. Se cultiva en climas templados, su temperatura ideal de germinación es 20°C, el pH 6 en el suelo es ideal para su desarrollo, su ciclo de crecimiento es de entre 100 y 120 días. En Chile, su cultivo se desarrolla en los meses de mayo hasta septiembre, dependiendo de la zona, y tiene mayor resistencia a enfermedades y rendimiento por hectárea que el trigo.

El grano de cebada no debe tener más de 13% de humedad para su almacenamiento y su principal componente en materia seca son los hidratos de carbono en forma de almidón, los que se pueden presentar como amilosa o amilopectina y representan entre el 80 y el 85% del peso seco. La cebada presenta alto contenido de proteína y bajo contenido de almidón relativo a otros granos. Las proteínas de la cebada brindan a la malta su capacidad enzimática, brindan turbidez, estabilidad de la espuma y sabores claves al extracto de malta.

Los carbohidratos de la cebada se presentan como azúcares simples, almidón, celulosa entre otros, el almidón es una cadena constituida por unidades de glucosa unidas por enlaces α -D1, 4. Cuando se presenta sin ramificaciones se llama amilosa y cuando se presenta ramificada, hasta en un 6% por medio de enlaces α -D1, 6, se denomina amilopectina. La amilopectina presenta un extremo reductor y muchos terminales no reductores, la amilosa presenta solo un extremo reductor y otro no reductor. El almidón se encuentra en gránulos no homogéneos, insolubles en agua fría, formando una masa coloidal a la temperatura de gelatinización. La celulosa formada por una cadena con uniones α -1,4 de α -D glucosa, conforma la pared celular. Por otra parte, existen los β -glucanos (pentosas, gomas y hemicelulosas), los cuales, conforman un 75% de la pared celular del endospermo. Los β -glucanos son polímeros de α -D glucosa con un 30% de enlaces α 1,3 y un 70% de enlaces α 1,4.

El precio del trigo y el valor de la cebada están altamente correlacionados, esto se debe a lo similar que son los costos de producción de estos granos por unidad de superficie. Por lo general el precio de la cebada está entre el 90 y 95% del precio del trigo, esto se debe a que la cebada da rendimientos por hectárea levemente mayores que el trigo.

Las malterías realizan acuerdos de siembra con agricultores, en estas alianzas estratégicas las materias entregan semillas, dan apoyo técnico a lo largo del proceso agrícola y se comprometen con un precio de compra, a fin de volver más atractivo para los agricultores la siembra de cebada. Todo el cultivo de cebada opera en esta modalidad y permite a las malterías adaptarse a la demanda.

Composición química del grano de cebada

La semilla de cebada está rodeada de una capa protectora que recubre la verdadera cubierta de la semilla o testa, por lo tanto, posee tres capas (cáscara, pericarpio y testa) que le confieren una protección al grano destinado al

malteado, sobre todo durante el almacenamiento. Los fragmentos de cáscara sirven de lecho filtrante después de la maceración para separar el mosto. El endospermo de los granos de cebada posee hasta un 90% de carbohidratos totales, de los cuales un 80% se encuentra en forma de gránulos de almidón que sirve de reserva nutritiva del grano. El almidón es solubilizado e hidrolizado durante el malteado hasta monosacáridos (principalmente glucosa y maltosa) gracias a la capacidad enzimática de las α y β -amilasas que se desarrollan en la cebada durante la germinación.

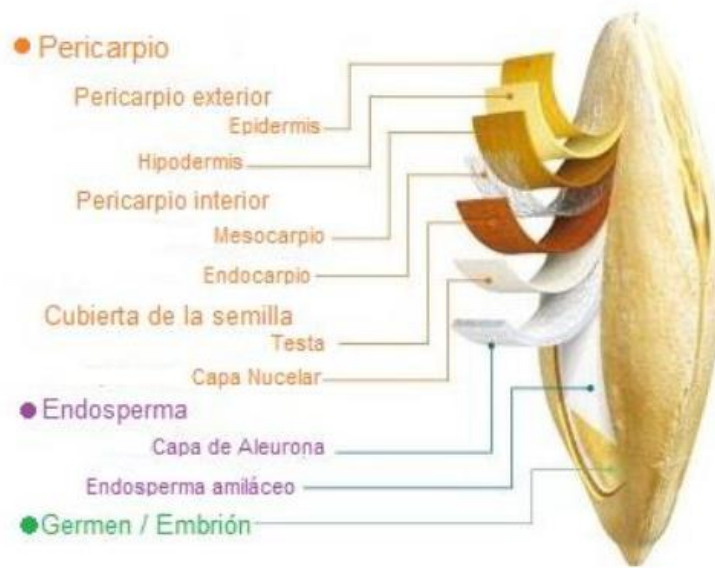


Figura 2.2: Capas del grano de cebada.

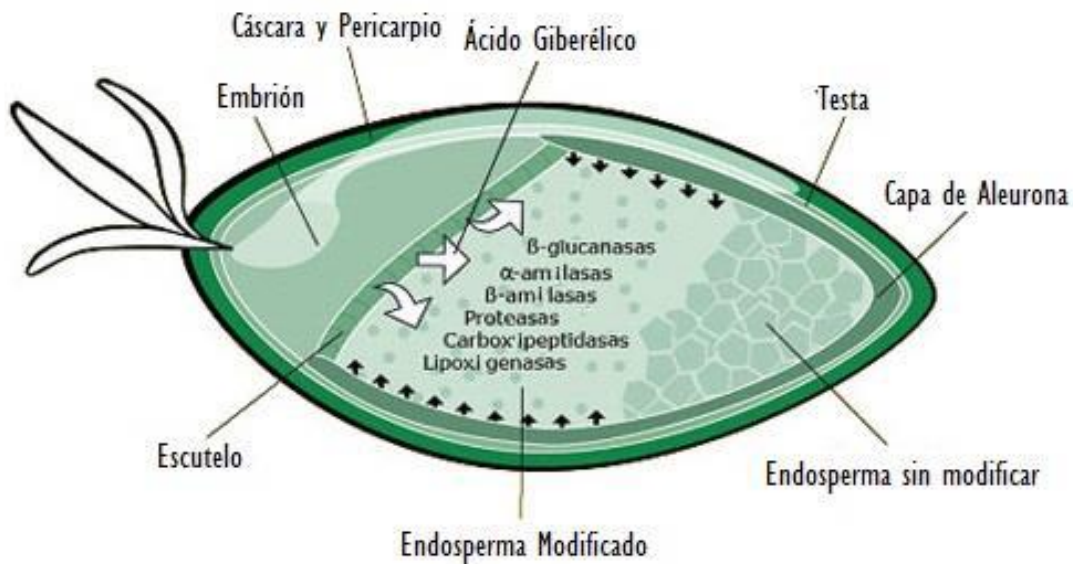


Figura 2.3: Estructura del grano de cebada germinado.



El grano de cebada posee dos compartimentos especiales: el endospermo y el embrión, ambas zonas se encuentran rodeadas por dos capas externas (testa y pericarpio) que le confieren una protección vital durante el almacenamiento.

El endospermo es el lugar en donde se almacena el almidón y está cubierto por la capa de aleurona; tanto las paredes celulares del endospermo amiláceo como las que conforman la aleurona se encuentran cubiertas por polisacáridos no amiláceos tales como arabinosilanos (AX), β -glucanos y en menor cantidad unidades de celulosa.

El embrión es la parte de la semilla de la cebada que se desarrolla durante la germinación ya que requiere de nutrientes como el almidón y proteínas para su crecimiento; en el embrión se promueve la formación de enzimas que potencian la degradación de dichos componentes. La producción de enzimas durante la germinación inicia en el escutelo.

Contenido de carbohidratos amiláceos y no amiláceos.

Los carbohidratos constituyen alrededor del 80% del grano de cebada, el almidón es el componente más importante, ocupando hasta un 65% del total, no obstante, las paredes celulares de la cebada contienen matrices de microfibrillas compuestas por polisacáridos tales como celulosas y hemicelulosas.

Polisacáridos amiláceos

Almidón: Se encuentra en el endospermo de la cebada en forma de gránulos envueltos dentro de una matriz proteica.

Durante la germinación, solamente un 15% del total de almidón es hidrolizado para ser consumido por el embrión en su respiración, por lo que la ruptura total del almidón se completa en la maceración del mosto cervecero gracias a la actividad de α y β -amilasas; enzimas inducidas durante la germinación. El almidón está compuesto por unidades de amilosa y amilopectina.

Amilopectina: Se trata de un polímero ramificado compuesto por unidades de D-glucosa, unidas por enlaces α (1-4) en la cadena lineal y con ramificaciones unidas por enlaces α (1-6). La amilopectina supone el 75-80% del almidón de cebada.

Amilosa: Es un polímero de cadena recta formado por unidades de D-glucosa que se unen mediante enlaces α 1-4. La amilosa ocupa de 20-25% del almidón total. La amilosa puede ser hidrolizada completamente a maltosa por la acción combinada de β -amilasa y otras enzimas denominadas isoamilasas.

Polisacáridos no amiláceos

Celulosa: Se localiza exclusivamente en las cubiertas de las paredes celulares, actuando como sustancia estructural, este polisacárido es insoluble y no hidrolizable por las enzimas generadas durante el malteado.

Azúcares: La sacarosa y la rafinosa son los azúcares principales que se encuentran en el grano de cebada, se ubican en la capa de aleurona y en el embrión.



Gomas: Se trata de los β -glucanos y pentosanos o arabinosilanos que son solubles en agua caliente. Los β -glucanos son polímeros lineales de glucosa, unidos mediante enlaces β -(1-3) 70% y (1-4) 30%; se encuentran estrechamente unidos a las proteínas (mediante enlaces puentes de hidrógeno) en las paredes celulares del endospermo.

Contenido de nitrógeno y proteínas

La mayor parte de nitrógeno de la cebada está localizado en el endospermo como proteína de reserva y proteína enzimática, entre ellas la hordeína, globulina, glutelina y albúmina. Además de las proteínas, existen diversos compuestos que contienen nitrógeno en pequeñas cantidades, entre ellos figuran los ácidos nucleicos, aminas, amidas y aminoácidos libres.

Enzimas implicadas en el proceso de malteado

Amilasas: Se trata de enzimas α y β -amilasas encargadas de la degradación del almidón a dextrinas (sustancias químicamente intermedias entre el almidón y monosacáridos) y azúcares sencillos, la actividad combinada de estas enzimas es conocida como poder diastásico.

La cebada sin maltear contiene cantidades considerables de β -amilasa latente, en forma soluble como insoluble, esta enzima se solubiliza completamente durante el malteado; mientras que la α -amilasa está ausente en la cebada y se desarrolla en las primeras fases de malteado durante el remojo y la germinación.

La β -amilasa tiene una actividad dextrinógena, es decir, genera más cantidad de dextrinas, en tanto que la α -amilasa tiene una acción sacarogénica; es decir completa la degradación del almidón hasta azúcares. Las temperaturas bajo las cuales estas enzimas son viables son entre 62 y 75°C.

Proteasas y pentosanasas: son enzimas encargadas de acelerar la degradación de proteínas y pentosanos respectivamente, también se generan durante el malteado gracias a la actividad del ácido giberélico.

β -glucanasa: Se trata de una enzima que se activa durante el malteado después de la formación de la α -amilasa en el embrión de la cebada y está implicada en la degradación de β -glucanos.

Lipasa: Se encarga de promover la ruptura de lípidos, específicamente triacilgliceroles para convertirlos en ácidos grasos. La lipasa se activa durante la germinación y se encuentra principalmente en el embrión.

Bioquímica del proceso de malteado

Durante el remojo, comienza la entrada de agua hacia el interior de grano.

- El grano de cebada contiene cantidades de β -amilasa latente en formas solubles e insolubles; durante el malteado, la β -amilasa se solubiliza por completo.
- En el embrión ocurre una producción de ácido giberélico y giberelinas que se difunden hacia el endospermo. Una vez en el endospermo, el ácido giberélico se propaga hacia el escútelos y a la capa de aleurona. Luego de la activación enzimática se forman enzimas: α -amilasa, endo β -glucanasas, pentosanasas, endoproteasas y dextrinasas.



- A continuación, se hidroliza aproximadamente un 10% del almidón y el contenido de amilosa se eleva desde un 22% (cebada) hasta un 26% (malta).
- Después se comienza a degradar los β -glucanos y arabinosilanos que se encuentran en la pared celular del endospermo, con ello se consigue la exposición de las partes proteicas que protegen a los gránulos de almidón.
- Las proteínas son degradadas parcialmente liberando nitrógeno amino libre que es importante para el crecimiento del embrión, para la producción eficiente de enzimas y para el crecimiento de las levaduras durante la fermentación.
- Finalmente, el resto del almidón es degradado hasta la obtención de azúcares principalmente maltosa y glucosa, nutriendo el embrión para la posterior formación de raicillas en el grano.
- Después de la hidrólisis del almidón ocurre un metabolismo denominado extracto en agua fría, el cual consiste en la formación de aminoácidos y azúcares durante la respiración, los cuales se manifiestan con la formación de raicillas y la acrospira.

EL MALTEADO

Sin malta no se puede fabricar cerveza, por esta razón, la fabricación de malta de cebada es el primer paso para la fabricación de cerveza. Si bien se puede fabricar malta a partir de otro tipo de cereales, como por ejemplo el trigo, el centeno o el sorgo, es la malta de cebada la que se impulsó históricamente, por varios motivos como la más adecuada para la fabricación de cerveza.

La fabricación de malta de cebada, el malteado tiene lugar hoy en día exclusivamente en grandes malterías comerciales, mientras que antiguamente las fábricas de cerveza acostumbraban a fabricar su malta en una maltería propia con el mismo personal especializado, el cervecero y el maltero.

El objetivo del malteado es formar enzimas en el grano germinante de cebada y causar determinados cambios sustanciales, a los que llamamos solución o disolución, para ello se hace germinar la cebada por absorción de agua, siendo interrumpido este proceso de germinación en el momento adecuado, por medio de un proceso de secado, el cual recibe el nombre de tostado.

La malta resultante tiene casi el mismo aspecto que la cebada, a partir de la cual ha sido producida.

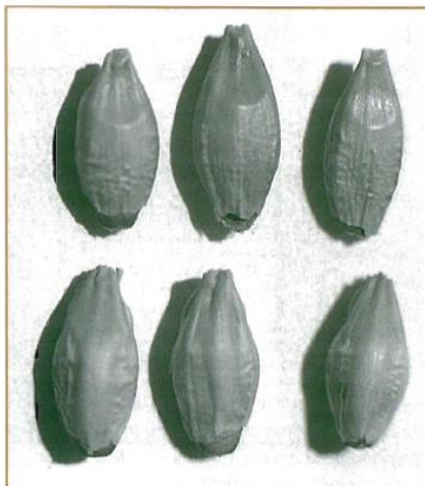


Figura 2.4: Granos de cebada y granos de malta.

Para la realización de estas tareas, la cebada entregada es limpiada, clasificada y almacenada en silos hasta ser procesada, la cebada absorbe el agua necesaria para la germinación durante el remojo, germinando en grandes cajones. Posteriormente, la germinación es interrumpida por el tostado a alta temperatura, la malta es separada de los brotes que quedan aún adheridos y almacenada en silos hasta su venta.

En general, el proceso de malteado puede ser descrito por operaciones unitarias características, en la figura ¿.? Se pueden observar sus etapas.

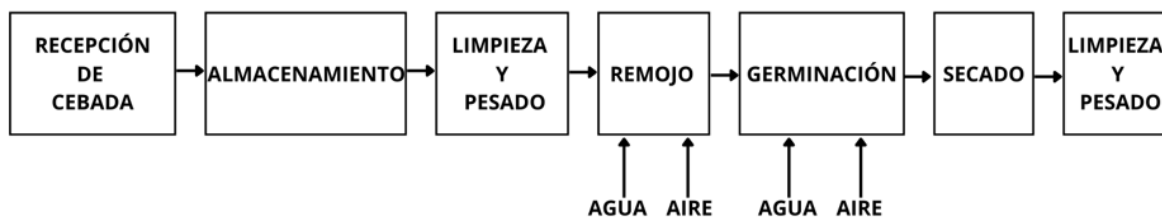


Figura 2.5: Diagrama de flujo del proceso de malteado.

Producto por elaborar

La maltería “Biomalta” de la región del Biobío elaborara maltas bases, mixtas y especializadas, algunas de ellas se detallan a continuación.

Maltas base.

Malta Pilsen: es la malta base estándar para cervezas claras. Es de color muy pálido (EBC inferior a 4,5) por su corto proceso de horneado y las bajas temperaturas a las que son secadas para conservar los azúcares. Produce mostos de fácil filtrabilidad, color ámbar claro y buen contenido enzimático por lo que puede usarse como la única malta de la receta. Se utilizan generalmente para elaborar cervezas de fermentación baja.



Figura 2.6: Malta Pilsen.

Malta Vienna: Aporta un color muy dorado (entre 8 y 12 EBC), con aroma a pan tostado o galletas y potencia la consistencia de la cerveza. Tiene un sabor más rico en malta y grano que la malta Pilsen dado que se seca a una temperatura ligeramente superior. Es por ello que esta malta confiere a la cerveza un color dorado más intenso, así como más cuerpo a causa del secado a temperaturas elevadas. La actividad enzimática de la malta Vienna es ligeramente inferior a la de la malta Pilsen, pero aun así puede ser utilizada como malta base.



Figura 2.7: Malta Vienna.

Malta Múnich: Proceso similar al de malta tipo Viena, se distingue de ésta en que en el tramo final de secado las temperaturas aumentan entre 100°C y 150°C, consiguiendo así maltas con un color más dorado-anaranjado intenso (25 EBC) y un sabor con más carácter y potenciado. Añade un marcado sabor de malta y grano a numerosos estilos de cerveza sin afectar ni a la estabilidad ni al cuerpo de la espuma. Esta malta tiene suficiente poder diastásico para convertirse ella misma, pero generalmente es usada junto a una malta base. Esta malta es usada para cervezas como la Oktoberfest y Pales Ales.



Figura 2.8: Malta Munich.

Maltas Mixtas.

Malta Caramelo 30 (70 EBC) y 60 (140 EBC): Las maltas caramelo son sometidas a un secado a altas temperaturas (hasta 220 °C) luego del proceso de malteado, que cristaliza los azúcares. Estos azúcares son caramelizados en cadenas más largas que no son convertidas en azúcares simples por las enzimas durante el macerado. Esto tiene como resultado una cerveza más maltosa, con una dulzura de caramelo y un sabor más acabado, además de un color ámbar de claro a rojizo. Estas maltas son usadas para casi todos los estilos de ales y lagers de alta densidad. De acuerdo al tiempo y a las temperaturas usadas en dichas etapas se obtienen distintos rangos de color y sabor en la malta.



Figura 2.9: Maltas mixtas caramelo.

Maltas especiales.

Malta Chocolate: La malta Chocolate es una malta muy tostada, aporta un profundo color rubí negro (900 EBC). Esta malta se utiliza para ajustar el color de la cerveza y les proporciona un sabor tostado a nueces. Esta variedad comparte muchas de las características de la malta negra, pero proporciona un sabor menos amargo y es más

clara, porque se tuesta durante un periodo ligeramente más corto y las temperaturas finales no son tan elevadas. Se debe usar moderadamente en un porcentaje no mayor al 5%. Se utiliza en Porters, Stouts, Brown ales, etc.



Figura 2.10: Malta Chocolate.

Malta Negra: Es la cebada malteada más oscura (1.500 EBC) como se aprecia en la Figura 2.11. Torrefacta a una temperatura de hasta 230 °C, potencia el aroma de las cervezas de carácter generando un sabor más astringente que el resto de maltas de color. Proporciona un sabor ligeramente quemado o ahumado. Se debe usar con moderación (entre 3-6%), aporta un sabor a carbón del que si se abusa resulta desagradable. Es muy útil para aportar color y/o para ponerle un límite a la dulzura de otros estilos que utilizan mucha malta caramelo. Se usa en Porters, Stouts, Brown, entre otras.



Figura 2.11: Malta Negra.

La cebada es la única materia prima en la elaboración de malta, si bien se puede fabricar malta también a partir de otros cereales, la malta de cebada se impuso históricamente por sus características tecnológicas. Su utilización se basa en el hecho de que tiene un alto contenido de almidón (el cual se transforma luego en extracto fermentable) y en que la cáscara sigue adherida al grano aún después de la trilla y de haber sido procesada para

ser transformada en malta. La cáscara posee, además, la propiedad de formar una capa filtrante, necesaria en una posterior etapa de la fabricación de cerveza.

Tipos de Cebada

La cebada es un cereal semejante al trigo cuyas espigas se destacan por tener barbas largas. Se diferencia entre el tipo invernal y estival dependiendo de la época del año más adecuada para su siembra. En ambos tipos existen dos variedades que dependen del ordenamiento de los granos sobre el eje de la espiga que son los siguientes:

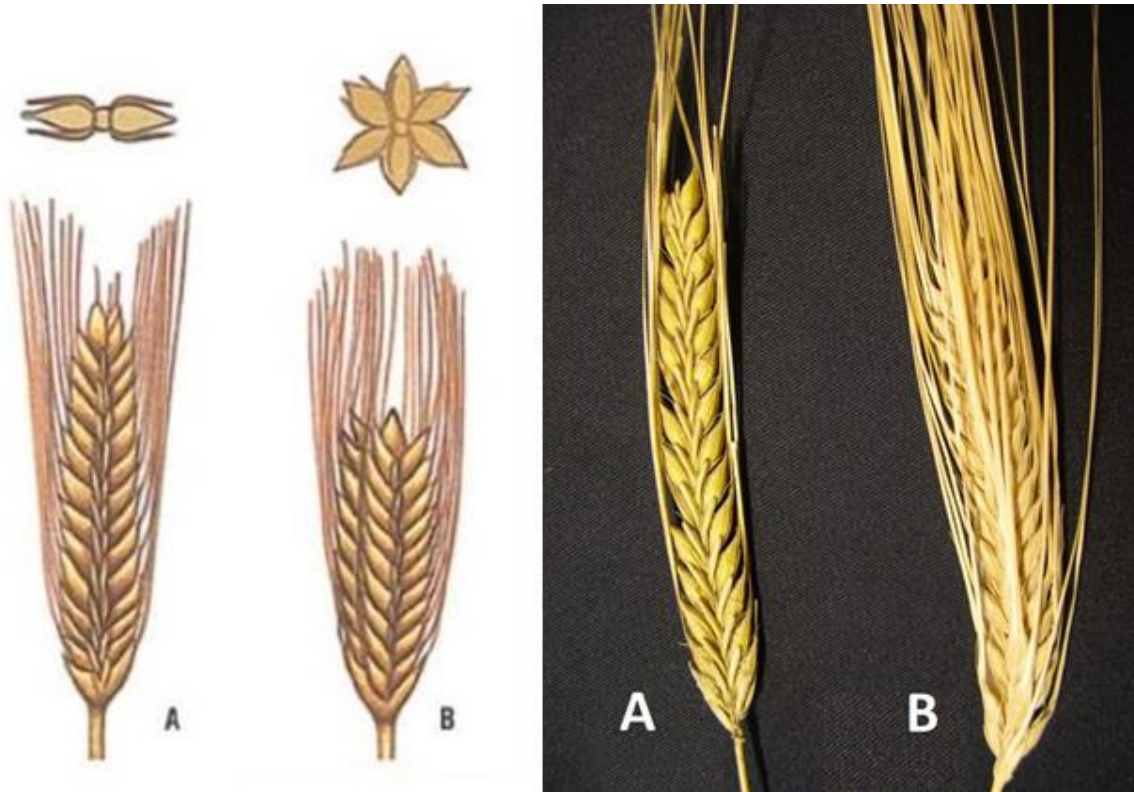
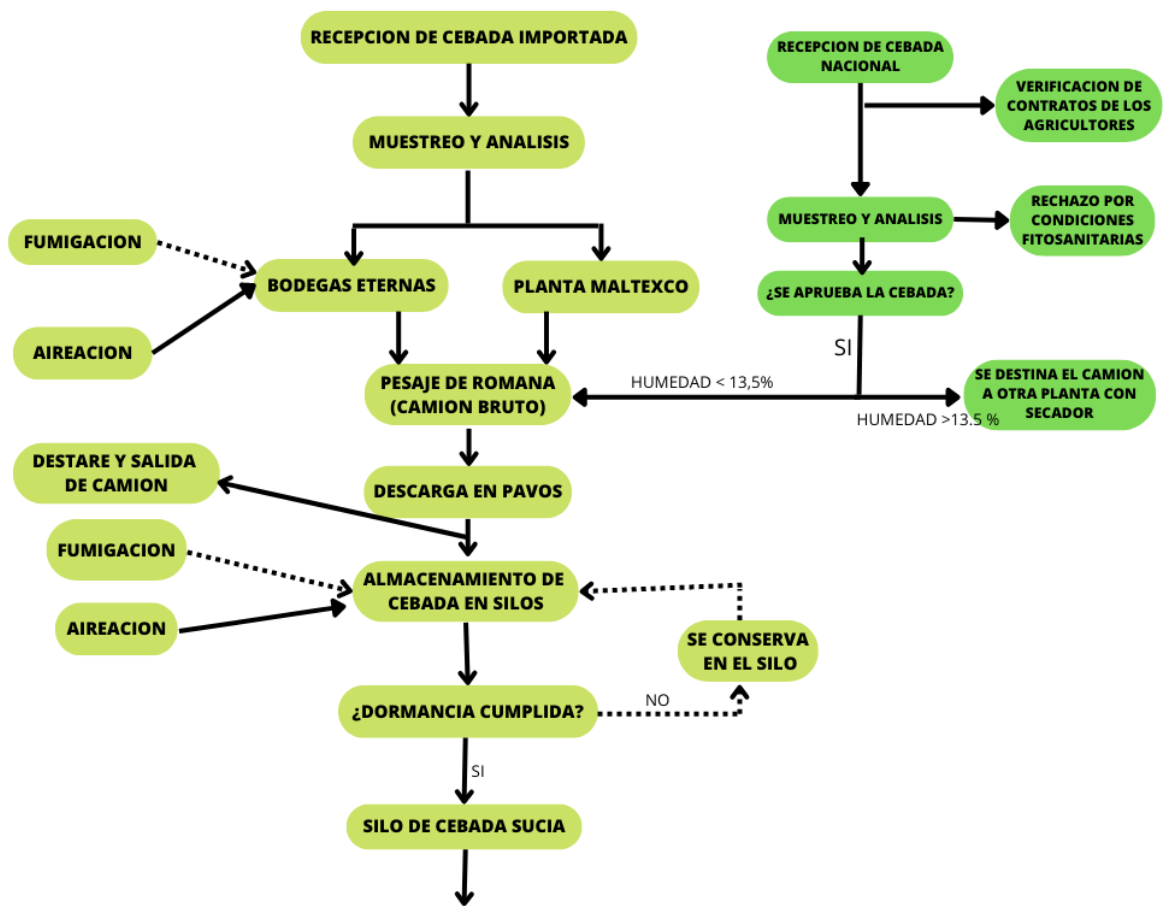


Figura 2.12: A. Cebada de dos hileras. B. Cebada de seis hileras.

1. Cebada de dos hileras: Tiene granos grandes e hinchados, usualmente con una cáscara delgada, finamente arrugada. Con ello, esta cebada contiene relativamente más sustancias útiles y tiene menos cáscara, conteniendo así menos taninos y compuestos amargos. Los granos son todos de tamaño uniforme. El contenido de extracto es comparativamente alto y concentran todas las ventajas para la fabricación de malta y cerveza.
2. Cebada de seis hileras: se observa tanto del lado derecho e izquierdo tres granos. Estas cebadas tienen granos de tamaño irregular y debido a que los granos no tienen suficiente lugar para el crecimiento, algunos granos son delgados y doblados.



DIAGRAMA DE BLOQUE



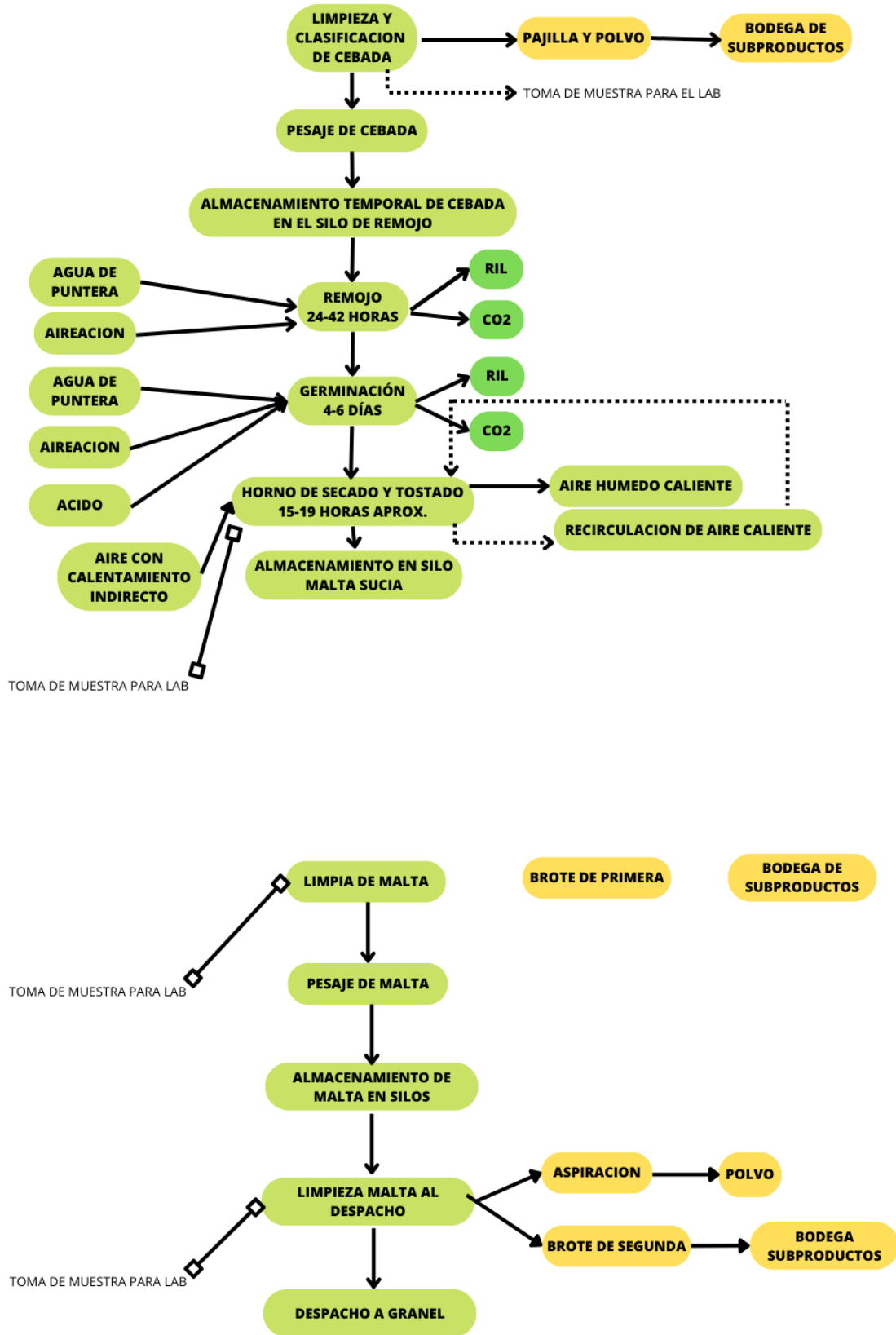


Figura 2.13: Diagrama de bloque de la planta.

BALANCE DE MASA

En la figura ¿.? Se plasma el balance de masa del proceso de producción de 1 tonelada de malta.

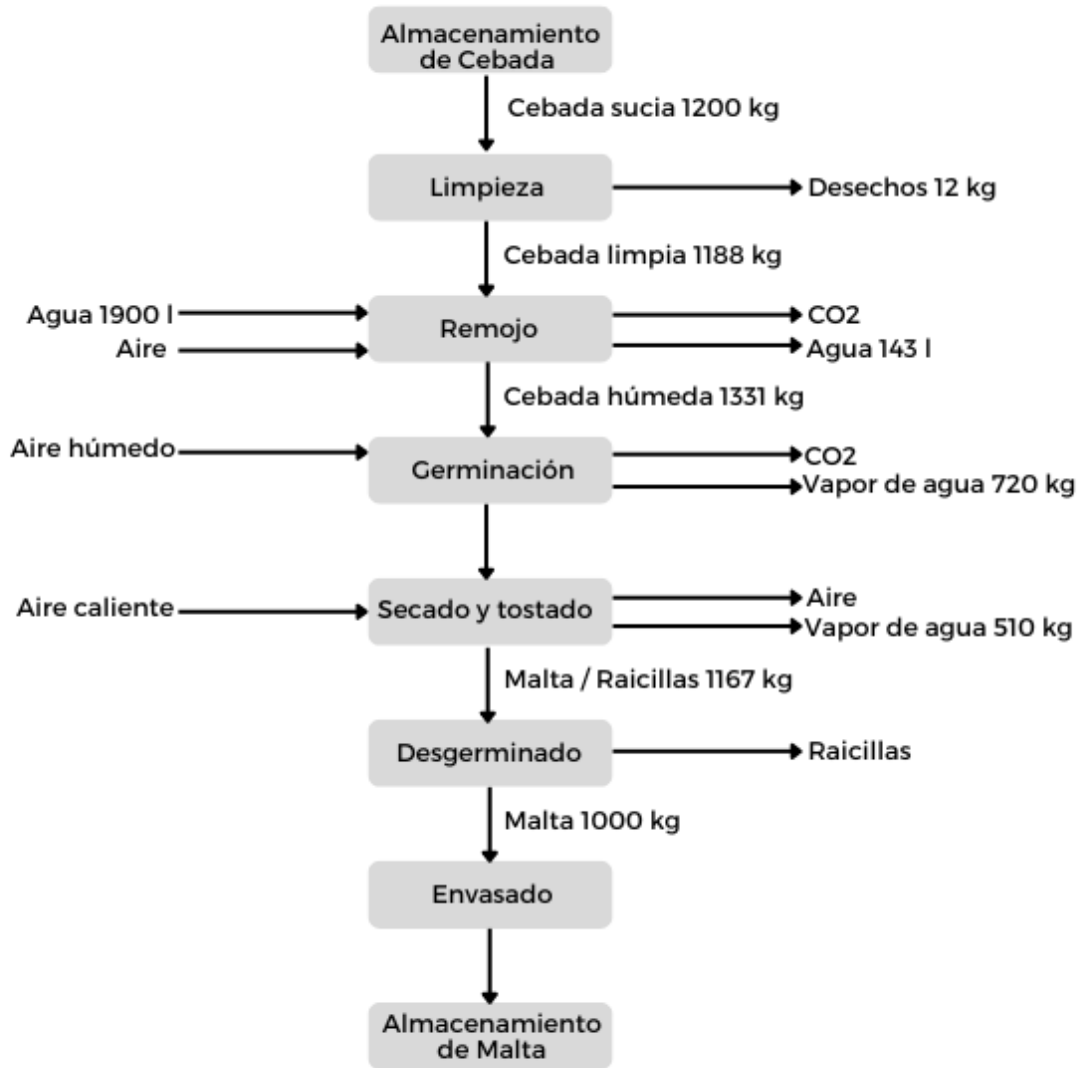


Figura 2.14: Balance de masa.

Descripción del proceso

1. Recepción y almacenamiento de la cebada.



Figura 2.15: Sistema foso de recepción.

La cebada es transportada a granel en camiones hasta su recepción en fábrica. El cereal entregado es conducido mediante transportador de cadena con artesa a un silo de recepción, previo a la descarga se toma siempre una muestra que se examina inmediatamente; si la carga no corresponde con la calidad acordada la recepción es rechazada.

La materia prima es pesada antes de ser conducida a la limpieza del grano, estos valores deben ser registrados correctamente.

2. Limpieza y almacenamiento de cebada limpia.

La limpieza de la cebada consiste en eliminar todo lo que no sea cebada. Consta de la separación de suciedades bastas, granos extraños, granos partidos, arena, piedras y polvo. Se realiza mediante una máquina de limpieza universal, TAS.



Figura 2.16: Máquina de limpieza universal, TAS.

Posteriormente la cebada limpiada se almacena en silos hasta el inicio de su procesamiento.



Figura 2.17: Silos de almacenamiento.

3. Remojo

En la cebada almacenada, las enzimas importantes para el proceso de malteado tienen una actividad muy reducida o están aún inactivas. En el remojo se le suministra agua al interior del grano. De esta manera, las enzimas son activadas e inician el proceso vital de la germinación (el remojo y la germinación son dos procesos superpuestos). Junto con todos los demás procesos vitales, se incrementa la respiración de la cebada y, con ello,

el requerimiento de oxígeno. También es necesario, además del abastecimiento de oxígeno, la evacuación del CO₂ que se forma, así como el calor de respiración.

Esta operación se realiza en un tanque de acero inoxidable llamado CAJA SALADIN el cual es llenado con el agua de remojo, luego la cebada es introducida golpeando primero con una placa deflectora.



Figura 2.18: Tanque de remojo.

Después de cuatro horas se descarga la primera agua de remojo y se airea abundantemente la cebada. Ésta absorbe todavía el agua adherida a ella, de tal manera que continúa creciendo el contenido de agua. El CO₂, que se forma aquí, es evacuado por aspiración durante 15 min en cada hora de manera tal que se puedan desarrollar totalmente los procesos vitales. Luego de 20 horas de reposo al aire se procede a un segundo remojo de 3-4 horas hasta conseguir que el contenido de agua llegue a un 44%.

Posteriormente, tiene lugar el escurrido y comienza el proceso de germinación y el proceso de secado en la misma caja saladin avanzada.

4. Germinación

En la germinación se forma una nueva planta de cebada, a partir del grano. Para ello la cebada requiere grandes cantidades de energía y sustancias básicas, que se obtienen a través de la respiración y otros procesos vitales. Antes de que la planta sea capaz de interactuar con el ambiente y de producir por sí misma el azúcar, a través de fotosíntesis, debe hacer uso de las sustancias de reserva existentes en el endospermo.

Estas sustancias se encuentran, antes del proceso de malteado, en una forma estable de alto peso molecular. Con ayuda de agua, estas sustancias deben ser degradadas a productos solubles de bajo peso molecular. Esta degradación es realizada por enzimas que se forman durante la germinación. La producción de enzimas es el propósito principal del malteado.

El proceso de germinación se llevará a cabo en un equipo denominado sistema de malteado caja saladín en el cual se realiza el proceso de remojo, germinación y tostado. Este equipo dispone de una capacidad máxima de 5.000 toneladas al año.



Figura 2.19: Sistema de malteado caja Saladin.

Para airear la cebada que respira intensivamente, debe ser presionado mucho aire a través del producto en germinación. El aire se mantiene automáticamente 2°C más frío que la cebada y cómo éste debe tener un contenido de agua del 45% durante todo el tiempo de germinación, también se requiere que el aire esté saturado permanentemente con agua por un mecanismo de pulverización fina de la misma justo antes de su entrada al tambor.

En la parte inferior de este recipiente rectangular o circular de germinación se encuentra un conjunto de tornillos verticales unidos a una barra transversal, esta barra se mueve horizontalmente a lo largo del recipiente mientras el movimiento de los tornillos eleva la cebada desde abajo hacia arriba, combinado con un flujo de aire mecánico a través de la cebada para enfriarla, esto permite que los lechos de cebada de entre 60 y 80 cm de profundidad se volteen dos o tres veces al día, cuyo fin es evitar que los embriones se junten al crecer entrelazándose, y por otro lado para favorecer una buena distribución del aire húmedo y frío por todo el producto.

La germinación debe detenerse en el momento en que las raicillas desarrolladas han alcanzado una longitud equivalente a 1,5-2 veces la longitud del grano, aproximadamente en cinco días. De lo contrario se obtendrá una

degradación excesiva de sustancias en el endospermo, disminuyendo la calidad del producto final. Concluida esta etapa del proceso la cebada pasa a denominarse *malta verde*.



Figura 2.20: Grano enraizado.

5. Secado y tostado

El proceso de germinación es interrumpido por el secado y el tostado, a efectos de prevenir transformaciones y pérdidas adicionales. El contenido de agua, que es mayor del 40%, es disminuido a menos del 5%, logrando así resistencia al almacenamiento y la conservación de la malta. También se detienen todas las funciones vitales tales como la germinación y la modificación, así como una actividad enzimática adicional. Sin embargo, el potencial enzimático formado debe mantenerse en su totalidad.

El tostado también tiene la finalidad de formar componentes de aroma, sabor y color a través de las reacciones de Maillard, en las que intervienen los aminoácidos y azúcares propios del grano, por encima de los 90°C. Dependiendo del programa de secado-tostado se obtendrán distintas gamas de sabores y tonalidades. En el caso de algunas maltas especiales resulta más importante la formación de compuestos aromáticos que la conservación de la actividad enzimática.

La remoción de agua es realizada de manera tal que se pasa una gran cantidad de aire caliente a través de la malta verde. Para proteger las enzimas, la malta primeramente debe ser secada (también llamado pre secado), antes de ser sometida a un calentamiento fuerte (tostado o curado). De no ser así el almidón húmedo de la malta verde engruda y forma, luego de enfriado, una malta ya inutilizable, cuyo interior es de aspecto vítreo (malta vítrea). La temperatura recién puede incrementarse a más de 50°C cuando el contenido de agua haya disminuido al 10-12%.

La malta verde continua en la caja saladin en donde se llevó a cabo la germinación y es allí donde se procederá seguidamente al secado y tostado. El sistema externo de acondicionamiento de aire cambia, mediante intercambiadores de calor, la temperatura y humedad del aire hasta los valores necesarios de secado. El programa de temperaturas y tiempos depende del tipo de malta, pero en promedio se considera una duración de 24 h para todo el ciclo.

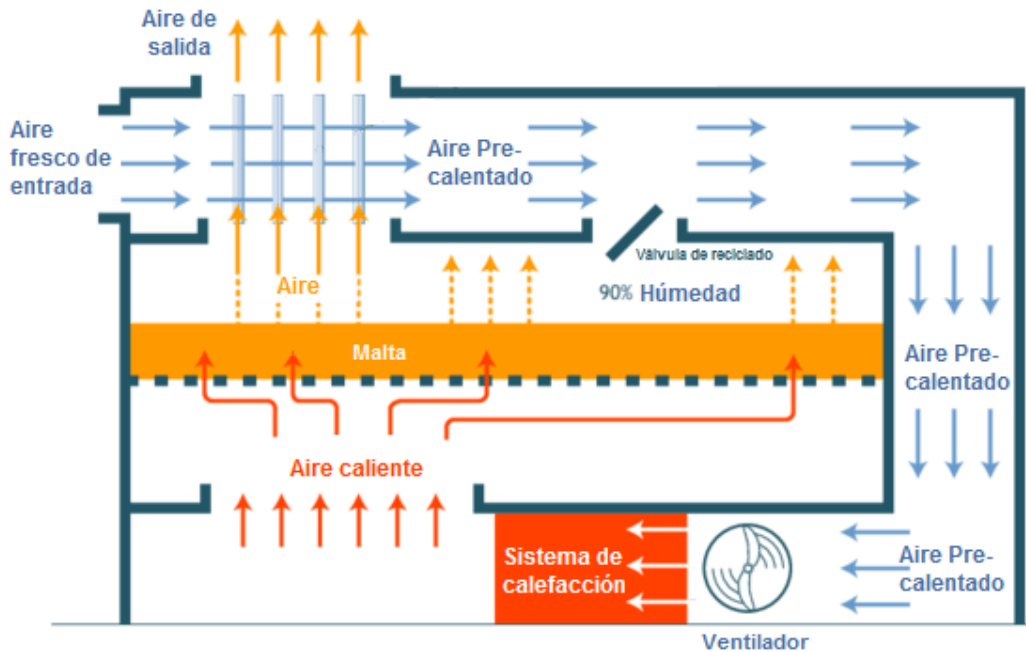


Figura 2.21: Flujo de aire en el proceso de secado.

6. Desgerminado

En la malta terminada todavía se encuentran adheridas en su mayor parte las raicillas, que componen entre el 3 y 4% de la malta. Para el procesamiento posterior, las raicillas secas carecen de valor y son removidas. Esto es realizado por aspiración de estas durante el trayecto de la descarga de la maquina limpiadora universal TAS, la cual en una de sus configuraciones realiza dicha aspiración, principio que se puede observar en la figura ¿.?



Figura 2.22: Proceso de aspiración de raicillas, raicillas extraídas.

7. Envasado, paletizado y almacenamiento.

La descarga de la caja Saladin se realizará en cuatro big bags de 1 t cada una. Luego serán transportadas con auto elevador hasta el área de envasado donde serán trasvasadas manualmente por un operario a bolsas de 25 kg. Una vez que las bolsas se encuentren cerradas mediante una cosedora eléctrica de mano se dispondrán por el operario sobre pallets (40 bolsas de 25 kg/pallet) y se colocarán en racks para su almacenamiento como se puede observar en la Figura 2.23.



Figura 2.23: Almacenamiento de malta.

A continuación, se detalla la información que debe ir estampada en las bolsas de 25 kg.

- Marca comercial



- Peso neto
- Denominación del producto
- Ingredientes
- Nombre de la sociedad
- Dirección
- Lugar de elaboración

Equipos y tecnologías en la producción de malta

SISTEMA DE RECEPCIÓN

Sistema de desempolvado para foso de recepción.



Figura 2.24: Desempolvado recepción.

Paneles de aspiración con filtro integrado para tolvas de recepción proporcionan una aspiración efectiva. El polvo se elimina del flujo de producto a través de la aspiración de la tolva.

Fácil de instalar, la inclinación de 60 grados de la aspiración de entada evita que se acumulen grandes cantidades de polvo en el canal, lo cual mantiene el aire ambiente limpio.

Optima capacidad de aspiración, el diseño modular de las unidades permite la eliminación del polvo de las tolvas de recepción de tamaños diferentes. Gracias a la aspiración bajo suelo y sobre suelo y a las aberturas de aspiración ajustables se consigue la máxima capacidad de aspiración. De esta forma, se puede realizar una instalación muy flexible, tanto en plantas ya en funcionamiento como nuevas.

SISTEMAS DE LIMPIEZA Y CLASIFICACION

La limpieza y aspiración eficientes de los granos de cebada son cruciales para el proceso, el objetivo es eliminar distintas impurezas como granos partidos o extraños, paja y polvo. Esto ayuda a maximizar el rendimiento y a lograr la sostenibilidad de la cadena de valor.

Máquina de limpieza universal → TAS



Figura 2.25: Limpiador TAS.

Es una limpiadora de granos de alta capacidad para procesar diferentes tipos de grano a productos de gran calidad. Este sistema de alta capacidad, higiénico y eficiente se usa para recibir y almacenar el grano.

Los tamices se retienen solamente por la presión de sus clapetas, por tanto, no hay ningún tornillo que aflojar durante el cambio.

La limpiadora de granos tiene dos cámaras de expansión grandes, lo que permite que las partículas ligeras caigan al fondo de la cámara. En este lugar, se retiran de la máquina mediante un tornillo sin fin de extracción. Esto ayuda a mantener el filtro limpio y evita la obstrucción de los tamices por el polvo y las partículas.

TAS tiene una alta densidad de tamices, por lo que el producto está en contacto con un tamiz mucho más tiempo. Esto permite una gran separación de las impurezas del grano y el producto. El movimiento circular de los tamices es muy suave y contribuye a una mayor eliminación de impurezas. Las muestras se toman fácilmente a través de una chapaleta de la tubería para comprobar la calidad del producto.

Combinación de cilindros alveolados → Ultratrieur.



Figura 2.26: Limpiador Ultratrieur.

La combinación de cilindros alveolados es un triarvejon que separa el grano y otros productos granulados por longitud, se utiliza para limpieza, clasificación y procesamiento de semillas y acondicionamiento de productos industriales. Su diseño es modular, es decir, posee varias configuraciones diferentes para obtener la cantidad y calidad de fracciones con diversos tamaños según necesidad.

- Está diseñado para permitir un ajuste sencillo del canal, para configurar la clasificación de cada producto, basta con girar a mano el elemento de control directamente en la máquina.
- Puede instalar su triarvejon con los cilindros alveolados templados disponibles de forma opcional. Estos cilindros tienen aproximadamente el doble de duración con respecto a los convencionales, ayudan a aumentar la eficiencia de su limpieza y permiten ahorrar hasta un 30% en costos.
- La combinación de cilindros alveolados tiene una abertura con una tapa de plástico, lo que permite la toma de muestras en cualquier momento.

Tamizadora GrainPlus.



Figura 2.27: Tamizadora GrainPlus.

La tamizadora GrainPlus es una máquina compacta y rentable para plantas nuevas o existentes. La tamizadora es una solución económicamente eficiente para pequeños caudales, pequeños y medianos puntos de recolección, molinos o cervecerías.

Normas de higiene exigentes, el acceso a todas las piezas de la máquina en contacto con el producto y su limpieza son sencillos por la puerta de mantenimiento en la parte frontal de la máquina. Una barrera entre la entrada y la caja de criba evita el escape de polvo de la máquina.

La tamizadora GrainPlus cuenta con varias configuraciones, posee una aspiración de entrada y un imán permanente en la salida del producto de primera clasificación, con la unidad de aspiración en la entrada, se reduce el desgaste y la acumulación de polvo en el tamiz, el imán mejora la limpieza del grano. También se puede añadir un sistema de desempolvamiento y elegir entre una amplia gama de perforado de tamiz.

La caja de tamices de libre funcionamiento de GrainPlus está montada sobre varillas de poliamida, esto reduce las cargas dinámicas en el bastidor y evita las vibraciones, prolongando así la vida útil de la máquina.

SISTEMAS DE MALTEADO, REMOJO, GERMINACION, TOSTADO.

Sistema de malteado artesanal basado en tambores.



Figura 2.28 Malteado artesanal basado en tambores.

El sistema de malteado en tambores, diseñado para la elaboración artesanal de cerveza y destilación, garantiza una calidad de producto constante. Almacena recetas específicas y cuenta con un horno de alta temperatura (130°C) para maltas especiales. Con limpiezas completas semanales, se adapta rápidamente a diferentes requerimientos de lotes, mejorando la eficiencia e innovación.

Capacidad de la casa de malta	Tambor único	Tambores duales	tambores triples
Lote: 2 toneladas de cebada	Anual: 110 toneladas de cebada, 88 toneladas de malta	Anual: 220 toneladas de cebada, 176 toneladas de malta	Anual: 330 toneladas de cebada, 264 toneladas de malta
Lote: 5 toneladas de cebada	Anual: 275 toneladas de cebada, 220 toneladas de malta	Anual: 550 toneladas de cebada, 440 toneladas de malta	Anual: 825 toneladas de cebada, 660 toneladas de malta
Lote: 10 toneladas de cebada	Anual: 550 toneladas de cebada, 440 toneladas de malta	Anual: 1100 toneladas de cebada, 880 toneladas de malta	Anual: 1650 toneladas de cebada, 1320 toneladas de malta

Tabla 2.0: Capacidad anual sistema de malteado artesanal basado en tambores.

Malteado en Caja Saladin Avanzado.



Figura 2.29: Malteado Caja Saladin Avanzado.

El sistema de malteado combinado de germinación y tostado simplifica la producción de malta clara, requiriendo únicamente un edificio estándar y ningún trabajo civil adicional, es ampliable hasta tres cajas, utilizando los mismos sistemas, lo que reduce significativamente los costos adicionales.

Capacidad de la casa de malta	Salida de caja única	Salida de caja doble	Salida de caja triple
Tamaño del lote: 5 toneladas de cebada	Anual: 275 toneladas de cebada, 220 toneladas de malta	Anual: 550 toneladas de cebada, 440 toneladas de malta	Anual: 825 toneladas de cebada, 660 toneladas de malta
Tamaño del lote: 10 toneladas de cebada	Anual: 550 toneladas de cebada, 440 toneladas de malta	Anual: 1100 toneladas de cebada, 880 toneladas de malta	Anual: 1650 toneladas de cebada, 1320 toneladas de malta

Tabla 2.1: Capacidad anual sistema de malteado caja saladín avanzado.

Sistema de malteado tradicional

Sistema de malteado en torre.



Figura 2.30: Malteado en torre.

El sistema de maltería en torre, es el sistema de malteado tradicional, es ideal para la producción a gran escala, puede procesar 700 toneladas por lote con una producción anual de 1.800.000 toneladas.

- Tipo torre entera: Una solución integral.
 - Tipo media torre: Una opción más compacta.
 - Tipo de torre de mosaicos: Un diseño único que ahorra espacio.
-
- Alta automatización: agiliza el proceso de malteado, reduciendo la intervención manual.
 - Bajo consumo de energía: económico en términos de uso de energía, lo que lo hace respetuoso con el medio ambiente y rentable
 - Distancia corta de transporte de material: mejora la eficiencia al minimizar la distancia de movimiento del material.

Sistema de malteado en Caja Saladino.



Figura 2.31: Malteado Caja Saladino.

Diseñados para la producción de malta de gran volumen, los sistemas de cajas saladino pueden producir hasta 5.000 toneladas al año, perfectos para operaciones a mediana escala.

- Tipo circular: personalizado para requisitos específicos de espacio y proceso.
- Tipo rectangular: versátil y eficiente para diversos entornos de producción.
- Control automatizado para precisión y simplicidad operativa
- Sistema eficiente de transporte de material.
- Variación controlada de temperatura en las capas de malta durante la germinación y el secado, lo que garantiza una gestión superior de la calidad de la malta.

DESGERMINACION Y LIMPIEZA

Máquina de limpieza universal → TAS



Figura 2.32: Máquina limpiadora TAS.

Es una limpiadora de granos de alta capacidad para procesar diferentes tipos de grano a productos de gran calidad. Este sistema de alta capacidad, higiénico y eficiente se usa para recibir y almacenar el grano.

Los tamices están unidos a robustos bastidores de metal. Estos se mantienen limpios mediante bolas de goma que se mueven alrededor de los tamices con el movimiento de la máquina. Puede cambiar tamices de manera fácil y rápida a través de un panel frontal. Los tamices se retienen solamente por la presión de sus clapetas, por tanto, no hay ningún tornillo que aflojar durante el cambio.

La limpiadora de granos tiene dos cámaras de expansión grandes, lo que permite que las partículas ligeras caigan al fondo de la cámara. En este lugar, se retiran de la máquina mediante un tornillo sin fin de extracción. Esto ayuda a mantener el filtro limpio y evita la obstrucción de los tamices por el polvo y las partículas.

Tas tiene una alta densidad de tamices, por lo que el producto está en contacto con un tamiz mucho más tiempo. Esto permite una gran separación de las impurezas del grano y el producto. El movimiento circular de los tamices es muy suave y contribuye a una mayor eliminación de impurezas. Las muestras se toman fácilmente a través de una chapaleta de la tubería para comprobar la calidad del producto.

VENTAJAS

- Gastos operativos reducidos: Las aspiraciones de entrada y salida están conectadas y utilizan el mismo aire. Esto significa que TAS puede funcionar con un ventilador pequeño y, por tanto, reducir el consumo de energía.

- Limpieza y clasificación de primer nivel: cuenta con una alta densidad de tamices que realizan movimientos circulares. Esto separa bien el producto y las impurezas. También ofrece un fácil acceso para tomar muestras, verificar el producto y ajustar la corriente de aire.
- Elevado rendimiento en un espacio pequeño: dispone de una gran superficie de tamizado de hasta 28m² con un espacio reducido de menos de 12m², lo que proporciona una alta capacidad en un reducido espacio. Esto también ayuda a reducir los costos iniciales de inversión.
- Control total al alcance: pueden controlarse fácilmente desde cualquier lugar de la planta, los ajustes de receta se pueden controlar a distancia para una limpieza específica destinada a mejorar el rendimiento y la calidad. Los ajustes a distancia permiten ahorrar costos en mano de obra, y sus ajustes permiten cambiar el producto sin interrupciones, es decir, no es necesaria una válvula de estrangulación externa y se puede optimizar con servicios digitales.
- Futuro verde: no solo agiliza sus procesos e impulsa su rendimiento, también es buena para el planeta. Los ajustes rápidos de la aspiración eléctrica garantizan menos desperdicios, su luz led reduce el consumo de energía y los trabajos de mantenimiento.

TRANSPORTE (BUHLER GROUP)

Unos sistemas de transporte confiables son esenciales para el funcionamiento continuo y rentable de la planta.

Transportador de cadena con artesa. Heavy- Duty line



Figura 2.33: Transportador Heavy-Duty line.

Se diseñó para el transporte horizontal para grandes caudales de hasta 1.200 toneladas por hora, en distancias de hasta 150 metros. Se utiliza en estaciones de recepción, así como en la distribución o descarga posteriores.

Especialmente indicados para el transporte de material de las tolvas de recepción de rieles o carreras.

Elevador de cangilones con cinta



Figura 2.34: Elevador de cangilones con cinta.

Es un transportador vertical de productos a granel como granos, pellets, semillas, con un caudal elevado de hasta 1.400 toneladas por hora.

Las cintas del elevador están sometidas a una tensión inicial, de manera que podrá realizar el tensado en tan solo un paso y reducir el tiempo de instalación hasta un 80%.

El elevador de cangilones con cinta cuenta con un controlador de velocidad y de desvío de cinta integrados que permiten controlar el rendimiento. Además, dispone de un controlador de temperaturas para los cojinetes que, en caso de que estos se calienten, detiene el transportador.

Transportador de cinta encajonada



Figura 2.35: Transportador de cinta encajonada.

Está diseñado para conseguir un transporte eficiente con caudales bajos, con capacidad de hasta 200 toneladas por hora. Estos transportadores se usan en plantas pequeñas o medianas para transportar granos gruesos y fertilizantes entre otros productos a granel en distancias cortas, de hasta 60 metros.

Este transportador presenta un diseño abierto, es decir, la maquina no está rodeada de una carcasa, así, se garantiza una instalación y mantenimiento rápido y sencillo.

ALMACENAMIENTO

Silos de almacenamiento de acero



Figura 2.36: Silos de almacenamiento.

Los contenedores de almacenamiento de acero corrugado ofrecen una forma higiénica de almacenar granos, arroz y cascara cruda, ocupan poco espacio y se utilizan para almacenar, manipular, procesar y transbordar granos. Para el almacenamiento a largo plazo, cuentan con aireación y refrigeración.

Cuenta con una aplicación que mide la temperatura del silo, la cual se puede manipular desde el sistema de control, cuenta con una configuración de alarma si la temperatura fluctúa para poder reaccionar de inmediato.

CAPITULO 3

SOSTENIBILIDAD Y

CONTROL DEL PROCESO

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y USO DE RECURSOS EN ESTE TIPO DE PROCESOS

Los consumos energéticos relacionados con el proceso de elaboración de la malta se generan en forma de agua caliente, calor, vapor, agua y electricidad, presenta una alta variabilidad dentro del sector de producción de malta, existen plantas que disponen de instalaciones de cogeneración, para la producción simultánea de energía eléctrica y térmica. La operación en la que más energía eléctrica se consume es en el proceso de secado, con alrededor del 45% de consumo eléctrico, seguida de la generación de frío con un 20%, estos procesos acondicionan el aire para regular la temperatura y humedad del proceso.

De acuerdo con Rayner Ricaurte, ingeniero en petróleo y magister en ecoeficiencia industrial, “la eficiencia energética no es más que la reducción del consumo de energía manteniendo los mismos servicios energéticos sin afectar la calidad de vida”.

La eficiencia energética se define como el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica y la cantidad de energía primaria usada para el proceso. Se considera una parte esencial del futuro de la energía sustentable, ya que permite la disminución del consumo de energía, los gases de efecto invernadero y las emisiones. Para lograrlo se debe aplicar comenzando con mejoras sencillas que necesitan menor inversión y así avanzando hacia aquellos que requieren mayor inversión como se expresa en la figura ¿.?



Figura 3.1: Objetivos de eficiencia energética.

La eficiencia energética y el uso eficiente de los recursos son aspectos fundamentales en el proceso de malteado de la cebada, ya que afecta directamente los costos de producción y sostenibilidad ambiental, este proceso consta de tres fases principales:



- Remojo.
- Germinación.
- Secado.

En la fase de remojo, se requiere agua y energía para controlar la temperatura del agua, mientras que en la germinación se utiliza energía para mantener la temperatura y ventilación necesarias para el desarrollo de los brotes, y en la etapa de secado que es la más intensiva en energía, se utiliza calor para reducir el contenido de humedad y así generar el perfil de malta requerido.

Para optimizar el consumo de energía, se puede implementar la recuperación de calor, aprovechando el calor residual generado durante el secado o tostado, y reutilizarse en etapas como el calentamiento de agua en el remojo o precalentamiento de aire en otras fases del proceso. Además, el aislamiento térmico de los equipos, como hornos y tuberías, ayuda a minimizar las pérdidas de calor, mejorando así la eficiencia energética.

El uso de fuentes de energía renovables, como paneles solares térmicos o fotovoltaicos, puede suplir parte de la demanda energética, reduciendo la dependencia de fuentes no renovables. La automatización y el control en tiempo real también son clave para ajustar los consumos según las necesidades de cada etapa, optimizando el uso de recursos.

El agua es otro recurso crítico en el proceso de malteado y su uso eficiente implica la implementación de sistemas de recirculación y tratamiento, al tratar y recircular el agua utilizada en el remojo, se puede reducir el consumo de agua fresca, mientras que la supervisión de fugas y la optimización de flujos permiten minimizar el desperdicio. El aprovechamiento de agua condensada del proceso de secado también es una estrategia útil, ya que puede reutilizarse en otras etapas como el enfriamiento o la preparación de soluciones.

En cuanto a residuos y subproductos, como las cascarillas o polvos de cebada, se utilizan como fuente de energía para calderas o como ingredientes en la producción de alimento animal, como lo es la cebada forrajera, lo que contribuye a una economía circular. El tratamiento adecuado de las aguas residuales permite reducir la carga orgánica y posibilita su reutilización en riego agrícola u otros procesos que no requieran de agua con alta pureza.

El monitoreo y análisis de datos a través de sensores y plataformas de software también es clave para optimizar el uso de recursos, esto permite tomar decisiones informadas y ajustar los consumos de agua, energía y generación de residuos en tiempo real, mejorando la eficiencia global del proceso en la planta.

Normativas ambientales y de seguridad industrial.

En Chile una planta de proceso de malta debe cumplir con diversas normativas ambientales y de seguridad industrial para garantizar la sostenibilidad, la protección del entorno y la seguridad de los trabajadores.

Normas ISO

La “Organización Internacional de Normalización” o ISO, es el organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales, tanto de productos como de servicios, a través de la estandarización de normas voluntarias que se usan en las empresas para su mayor eficiencia y rentabilidad económica.

La normalización ofrece importantes ventajas, tanto para el fabricante de un producto o prestador de un servicio, como para los consumidores o usuarios, principalmente para mejorar la adaptación de los productos, procesos y servicios a los propósitos para los cuales fueron diseñados, además de prevenir obstáculos técnicos al comercio y facilitar la cooperación tecnológica.

Algunas de las ventajas de la normalización son las siguientes:

- Racionalizar las actividades productivas.
- Maximizar la capacidad del producto.
- Reducir inventarios.
- Simplificar el trabajo.
- Unificar criterios mínimos de calidad.
- Facilitar la intercambiabilidad de piezas.
- Usar máquinas y herramientas más adecuadas.
- Facilitar la capacidad del personal.
- Disminuir costos de producción.
- Incrementar la productividad y competitividad de la empresa.

La certificación de la norma ISO implica una ventaja de los productos o servicios por sobre su competencia, ya que son un medio para garantizar que estos están conformes con los requisitos que satisfacen las expectativas del consumidor o usuario de los mercados de destino de las exportaciones. La implementación de las normas ISO no es obligatoria, pero su cumplimiento puede ser exigido por el comprador o por el mercado, debido a que se trata de estándares que garantizan niveles de calidad que los proveedores deben cumplir.



International
Organization for
Standardization

Figura 3.2: Logo normas ISO.

Algunas de las certificaciones de la norma ISO que se deben considerar al implementar una planta productora de malta son:

ISO 9.001, sistema de gestión de calidad:

La ISO 9.001 establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad, esta normativa es fundamental para garantizar que los procesos productivos, sean eficientes y cumplan con los estándares de calidad establecidos. Permite mejorar la satisfacción y la eficiencia operativa, al tiempo que establece una base para la mejora continua del proceso.

En una planta de malteado se aplica en todas las áreas que impactan la calidad del producto final, como la selección de cebada, el malteado y la entrega del producto.

ISO 14.001, sistema de gestión ambiental:

La ISO 14.001 se centra en la gestión ambiental y proporciona un marco para que las empresas gestionen sus responsabilidades ambientales de manera efectiva. Para una planta de malteado, esta norma es esencial para minimizar el impacto ambiental del proceso productivo, esto incluye la gestión de residuos, el uso eficiente de recursos, reducción de emisiones de gases contaminantes y la implementación de prácticas sostenibles.

ISO 45.001, sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo:

La ISO 45.001 establece los requisitos para un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, esta norma es crucial para garantizar un entorno laboral seguro en la planta de malteado, protegiendo a los trabajadores de riesgos asociados con maquinaria pesada, altas temperaturas y manipulación de productos químicos. Al cumplir con ISO 45.001 la planta puede reducir la probabilidad de accidentes y enfermedades laborales, promoviendo un ambiente de trabajo saludable y cumpliendo con las leyes nacionales de seguridad industria.

ISO 50.0001, sistema de gestión de energía:

La ISO 50.001 ayuda a la organización a establecer un sistema de gestión de la energía para mejorar la eficiencia energética, reducir costos y emisiones de gases de efecto invernadero. Para una planta de malteado, implementar esta norma puede ser clave para optimizar el uso de energía durante el secado, germinación y otros procesos intensivos de energía. A través de esta normativa la planta puede identificar oportunidades de mejora en el uso energético, implementar estrategias de ahorro y reducir huella de carbono.

ISO 22.000, sistema de gestión de la inocuidad alimentaria:

La ISO 22.000 establece los requisitos para un sistema de gestión de la inocuidad alimentaria, aplicable a todas las etapas de la cadena alimentaria, aunque el malteado no es un proceso de fabricación de alimentos finales, la cebada malteada es un insumo esencial en la producción de cerveza y otros productos alimenticios, cumplir con esta normativa garantiza que el malteado se realiza bajo condiciones higiénicas y seguras, minimizando los riesgos de contaminación y asegurando la calidad del producto final.

Control de calidad del proceso

Para realizar los controles de calidad, como primer paso se debe tomar muestra de los granos de cebada una vez que el camión arriba la zona de recepción.

El muestreo se debe realizar de forma cuidadosa para que los resultados indiquen con exactitud las características del grano, además la muestra debe ser representativa y para que lo sea, existen distintos tipos de muestras que se deben considerar:

Muestra parcial: es la cantidad de granos obtenidos de una determinada parte del lote, para obtener esta porción se utiliza un calador sonda y la suma de las porciones parciales dan como resultado la muestra global. La materia prima llega a la planta a granel en camiones tolva o camiones acoplados y se procede a la toma introduciendo la sonda en forma perpendicular con un mínimo de cinco caladas, cuatro en cada ángulo del camión y otra en la zona central del mismo, como se muestra en la figura 3.3.

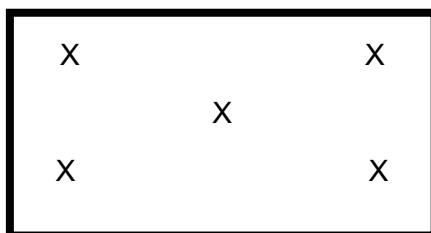


Figura 3.3: Zona de muestreo.

Muestra global: está constituida por la suma de las porciones parciales, las cuales se homogenizan de manera manual o mecánica. De esta muestra total se sacan las submuestras de cebada para los diferentes análisis físico-químico y organoléptico.

Muestra representativa: es la cantidad de granos que se obtienen por reducciones sucesivas de la muestra global por medio del método de cuarteo. El peso de esta muestra debe ser superior o igual a 2 kg para permitir la realización de todos los análisis pre- establecidos.

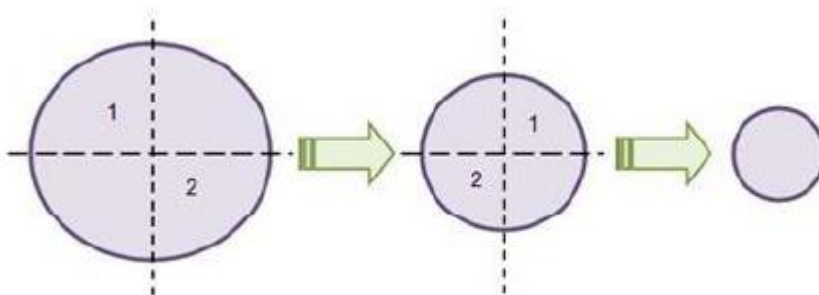


Figura 3.4: Método de cuarteo.



Controles de calidad de la cebada

Se realizan durante la recepción y consisten en la evaluación de la cebada según criterios externos.

Controles manuales

Olor: Debe ser limpio, fresco y pajoso. Un olor insulso a humedad, mohoso, indica que la cebada puede haber sufrido un almacenamiento inadecuado. Se puede esperar entonces una capacidad reducida de germinación y dificultades de procesamiento.

Humedad: debe sentirse seca y debe tener una buena capacidad de corrimiento, si los granos quedan pegados en la mano, indica un elevado contenido de agua.

Color y brillo: el aspecto debe ser de un color amarillo claro, similar a la paja. Debe brillar y tener apariencia uniforme. Los granos de color verdoso indican una cosecha demasiado temprana. Aquellas cosechas que sufrieron daños por lluvia tienen un aspecto gris y mate. Las puntas marrones pueden ser una característica de la variedad de cebada, pero por lo general son causadas por cosechas húmedas, lo cual conduce a granos sensibles al agua.

Detección de granos rojos: los granos rojos indican infección masiva del hongo Fusarium. Las cebadas con porciones de granos rojos no son apropiadas para el malteado.

Propiedades de la cascara: la cascara debe estar finamente arrugada. Un arrugamiento fino indica una cascara delgada, esto advierte que se trata de una buena cebada, rica en extractos. Los granos que no han madurado lo suficiente poseen a menudo cascaras gruesas y lisas, estos granos contienen más taninos y compuestos amargos.

Grado de pureza: no debería estar contenido ningún tipo de cuerpo extraño, tales como semillas de maleza, arena, piedras, cuerdas, paja, espigas, barbas, partes metálicas, granos partidos, etc.

Granos lastimados: estos granos causan dificultades tecnológicas y biológicas en el procesamiento por lo que deben ser separados en el proceso de limpieza.

Forma y tamaño del grano: deben ser grandes, llenos y redondos. Estos granos son más ricos en extractos y más pobres en proteínas que los granos delgados y largos, sin embargo, la forma del grano depende de la variedad.

Uniformidad: elevada porción de cebada de granos bien llenos.

Infestación por parásitos: el más común es el gorgojo de cereales, estos granos muestran las partes mordidas y flotan en el remojo.

Controles mecánicos y químicos:

- Clasificación granulométrica.
- Vitrosidad.
- Contenido de agua.

**Controles fisiológicos:**

- Poder germinativo.
- Energía de germinación.
- Sensibilidad al agua.

Control de calidad de la malta

Los controles manuales analizan el color, olor, sabor y brillo de la malta.

Control de calidad mecánico:

- Clasificación granulométrica.
- Prueba de flotación.
- Vitrosidad.
- Friabilidad.
- Densidad.

Control de calidad químico- técnico:

- Contenido de agua.
- Proceso de maceración en laboratorio.

Descripción de las técnicas analíticas:**Clasificación granulométrica**

Es el examen mecánico que determina la distribución de los diferentes tamaños de granos existentes en una muestra.

El método empleado es el tamizado que se puede definir como la técnica de clasificar partículas de una muestra en términos de su capacidad o incapacidad que presentan para pasar a través de un orificio de dimensiones regulares. La técnica consiste en colocar la muestra en la parte superior de un juego de tamices, uno debajo del otro con una secuencia de reducción sucesiva del tamaño del orificio de la malla. El juego de tamices junto con la muestra se agita y las partículas con las dimensiones adecuadas pasaran a través de las diferentes mallas, reteniéndose sobre aquellas las partículas que no presenten la capacidad de atravesarlas.

La cebada o malta es separada en cuatro estratos por medio de tamices vibrantes de 2,8 mm, 2,5 mm y 2,2 mm. El porcentaje retenido entre el tamiz I y el tamiz II es de grado 1, lo retenido en el tamiz III es grado 2 y lo que pase a través de los tres tamices es borra y se revende como cebada forrajera. La cebada que se compre a los proveedores debe certificar que el 80% es de grado I.

Equipo: Tamizador de laboratorio y balanza.

Procedimiento



- Se pesan 100 gramos de cebada de la muestra representativa obtenida del cuarteo.
- Se introduce la muestra en la tamizadora de laboratorio y seguidamente se procede a pesar cada una de las fracciones obtenidas, dato que permite calcular que porcentaje de la muestra inicial representa cada fracción.
- Los resultados obtenidos deben corresponder aproximadamente al 88,5% de cebada grado I, un 10,5% de grado II y un 1% de borra. Mientras que para la malta el 85% debe ser de grado I y la borra debe ser menor al 1%.

Vitrosidad

La vitrosidad expresa la dureza y la compacidad del grano, es decir su estructura interna. De acuerdo con esta propiedad los granos pueden clasificarse según su estructura en: Harinosa (trigos blandos, cebadas cerveceras), vítrea (trigos duros, cebadas forrajeras, maíz vitreo) y semi vítrea o semi harinosa.

Cuanto más harinoso se considere el interior del grano tanto más blanca será la harina que producirá y se relación con el mayor contenido en almidón del endospermo, por el contrario, texturas vítreas indican mayor contenido de proteína.

Una buena cebada para cerveza debe tener no menos del 80% de granos harinosos. En el caso de la malta debe ser de por lo menos el 95%.

Equipo: Estufa, bisturí.

Procedimiento

- Se toma una porción de 50 gramos de cebada o malta.
- La muestra es colocada en remojo durante 24 horas.
- Luego se secan en la estufa y se realiza un corte longitudinal para observar la vitrosidad de los granos.

Contenido de agua

El contenido de agua o humedad en la cebada es un parámetro de gran importancia puesto que el almacenamiento de granos húmedos genera un ambiente propicio para el desarrollo de hongos y bacterias, los cuales en su proceso respiratorio incrementa la temperatura del grano y la pérdida de materia seca con la consecuente pérdida de calidad.

Por el método clásico (método de tipo directo) es la relación que existe entre el peso de agua contenido en la muestra en estado natural y el peso de la muestra después de ser secada en la estufa a una temperatura entre 105 y 110°C.

Equipo: estufa, balanza analítica.

Poder germinativo

Se entiende por poder germinativo al porcentaje de granos vivos que contiene la muestra. El 96% de los granos de cebada, como mínimo, debe ser capaz de germinar.

Equipo: vaso de precipitado, agua oxigenada, bisturí.

Procedimiento:

- Se toma una muestra representativa de 100 gramos de cebada y se coloca en un vaso de precipitado. Se somete la muestra a una maceración en agua oxigenada al 0,75% por dos días.
- Luego de esos dos días, se cambia el agua y la maceración prosigue durante un día más.
- Se procede a la disección manual de los granos que no han germinado y se los deja por un día más.
- Finalmente se realiza el recuento del porcentaje de los granos viables.

Energía de germinación

Se entiende por energía germinativa la proporción de granos que germinan inmediatamente cuando la cantidad de agua suministrada es óptima, es decir, el porcentaje de granos que germinan bajo condiciones normales de malteo.

Una alta energía de germinación indica un buen estado de salud de la cebada y de esta manera un desarrollo exitoso en el malteado.

El método consiste en realizar un a prueba de germinación brindando los parámetros óptimos de humedad con el consiguiente recuento de granos en el proceso de germinación.

Procedimiento

- Para llevar a cabo el examen experimental se utilizan de forma práctica arena humedecida entre papeles filtro humedecidos, suministrando la cantidad de agua necesaria y proporcionando las condiciones óptimas para el malteo.
- El conteo de los granos germinados se realiza a partir de los tres y cinco días de iniciada la experiencia.
- Después de los cinco días la energía de germinación debe ser en promedio el 95%.

Sensibilidad al agua

Las cebadas difieren en su sensibilidad respecto de la absorción de agua. La proporción de granos germinados de una muestra disminuye visiblemente cuando el agua de este medio difiere por exceso o por defecto del contenido óptimo.

La cebada que no ha alcanzado su madurez germinativa presenta alta sensibilidad al agua.

La sensibilidad al agua se determina por diferencia de la energía de germinación con diferentes cantidades de agua. Si los valores obtenidos son entre 10 y 25% se considera poco sensible, entre 26 y 45% se considera algo sensible y mayor a 45% son muy sensibles al agua.

Procedimiento → test de Pollock

- Se toma una muestra de 400 granos de tamaño grado I y grado II, dividiéndose en cuatro repeticiones de 100 semillas cada una.
- Se ubican en placa Petri con dos hojas de papel filtro de 90 mm de diámetro.
- A dos de las repeticiones se les agrega 4 mL de agua y a las dos restantes se les agrega 8 mL de agua.



- Se colocan las placas en gabinete de germinación con temperatura entre 18 y 21°C.
- Se realizan recuentos de granos movidos al segundo, tercer y cuarto día.
- Luego se calcula el % de granos germinados en el test de 4 mL a las 72 horas se informa como energía germinativa (GE/BRF)%. El promedio de los granos germinados en el test de 4 mL, menos el obtenido en el de 8 mL, ambos a las 72 horas, se informa como sensibilidad al agua (WS/BRF)%.
- Resultados se expresan como número entero.

Prueba de flotación

Mientras los granos de cebada se hunden, los de malta flotan normalmente sobre la superficie debido a las inclusiones de aire. La porción de granos flotantes es tanto mayor cuanto mayor es el desarrollo de la acrospira y con ello el avance de los procesos de modificación en la malta.

Procedimiento

- Se toman 100 granos de cebada en un vaso de precipitado con agua y se agita la mezcla en forma circular durante 30 segundos.
- Se deja reposar durante 60 segundos y posteriormente se lleva a cabo el recuento de los granos que se hunden.
- Normalmente, en las maltas pálidas representa el 30-35%, mientras en las matas oscuras es el 25-30%.

Friabilidad

Mide la facilidad del grano de malta a ser molido. Una friabilidad insuficiente puede causar dificultades en la filtración, en la clarificación del mosto y en la filtración de la cerveza.

La friabilidad se determina con la ayuda de un friabilímetro. En este dispositivo los granos son separados por medio de un rodillo de goma y un tambor tamizante en rotación, en granos fáciles de desintegrar y granos duros. El resultado se expresa en porcentaje de friabilidad. Un valor aceptable debe ser mayor al 75%.

Equipo: Friabilímetro.

Densidad

Es la relación entre la masa de la malta y el volumen que ocupa. La densidad es un indicador sobre la modificación del endospermo. Cuanto menor es la densidad, tanto mejor es la friabilidad del grano. Un buen valor de densidad se encuentra entre 1,10 y 1,18 kg/dm³, si es mayor a 1,18 se considera que es una muestra pobre.

Procedimiento

- Se toma una muestra de 500 gramos de malta y se agregan 4 litros de agua.
- Esta mezcla se somete a la acción de calor a una temperatura de 68°C por una hora.
- Luego, se deja enfriar en una probeta y se lee el resultado con un densímetro.

Proceso de maceración de laboratorio

Se realiza en el laboratorio el proceso de maceración estandarizado en un baño de maceración y en relación con este se determina el rendimiento de la malta.

Se asume que una malta esta tanto mejor modificada cuanto menos efecto tenga la trituración de la malta sobre el rendimiento. Por este motivo, el proceso de maceración es realizado siempre con determinación doble; triturado de forma gruesa 50 gramos de malta para obtener una porción de harina de solo un 25% (análisis de trituración gruesa) y triturado de forma muy fina 50 gramos de malta para obtener una porción de harina del 90% (análisis de trituración fina). Para realizar la trituración de las dos muestras se utilizan molinos de discos, los cuales son ajustados para cumplir con los objetivos preestablecidos.

El mosto que se obtiene se denomina mosto congreso y es controlado de forma inmediata.

El análisis mas importante es el control del extracto obtenido a través de un refractómetro o un dispositivo de medición de densidad. El rendimiento de extracto debe encontrarse entre el 79 y 82% para maltas pálidas y entre el 75 y 78% para maltas oscuras.

En las maltas bien modificadas, la diferencia de extracto entre el análisis de trituración gruesa y el fino es baja porque la trituración tiene entonces una reducida influencia sobre la modificación.

Del mosto congreso se determinan las siguientes características:

- Olor y color del mosto.
- Reacción normal al yodo: tiempo en que la mezcla requiere, luego de alcanzar los 70°C para reacción y virar el color puramente a amarillo.
- pH: se lo mide 30 minutos después de iniciada la filtración, el valor se debe encontrar entre 5,6 y 5,9.
- Viscosidad.
- Proteína total y soluble.
- FAN.
- B-glucano.
- Poder diastásico.

Procedimiento

- Los productos de trituración fina y gruesa se mezclan con 200 mL de agua destilada a una temperatura de 45-46°C en un recipiente especial y se macera revolviendo constantemente durante 30 minutos.
- Se incrementa la temperatura en 25 minutos a 70°C.
- Se agregan 100 mL de agua a 70°C y se mantiene la temperatura, revolviendo durante una hora. Luego de este tiempo se debe controlar la sacarificación.
- Después la mezcla se enfría a temperatura ambiente dentro de los 10-15 minutos y se le agrega agua destilada hasta que alcance en peso 450 gramos.



- Todo el contenido es filtrado a través de un filtro de papel, los primeros 100 mL filtrados son retornados al filtro.
- El proceso termina cuando el papel de filtración se encuentra relativamente seco.

CAPITULO 4

EVALUACION TECNICO- ECONOMICA

Tamaño de la producción

Del estudio de demanda se concluyó que se desea producir 1.500.000 kg de malta que corresponde a la demanda proyectada en la región para el año 2029; lo cual va a requerir un total de 1.800.000 kg de materia prima (cebada cervecera) anual.

La cosecha de cebada cervecera se realiza a partir del mes de noviembre y debido a que el almacenamiento en condiciones adecuadas de esta materia prima puede durar hasta más de un año, el proceso se realizara durante los 12 meses del año sin problema.

Determinación del tamaño de la planta

A continuación, para calcular el tamaño optimo de la planta se hará una breve descripción del proceso comprendido por las siguientes etapas:

1. Recepcion: la cebada se recibe en camiones y se descarga en tolvas situadas en el área de recepcion.
2. Limpieza: Se realiza mediante una zaranda para separar elementos metálicos, piedras u otros elementos gruesos, también realiza una limpieza fina para separar solidos inorgánicos, granos partidos, malezas de semillas, etc. La capacidad del equipo es de 3 ton/h, cabe señalar que es el menor tamaño en el mercado para ese fin.
3. Almacenamiento: La cebada recibida es almacenada temporalmente en silos.
4. Remojo: Se aumenta el contenido de humedad del grano hasta un 44%, dicha operación tiene una duración de 28 horas en un tanque de cilindro cónico.
5. Germinación: El grano hidratado se coloca en una maquina conformada por un tambor rotatorio donde en condiciones controladas de temperatura, humedad y oxigeno se produce el desarrollo de enzimas en el grano y el crecimiento de raicillas, esta etapa dura 120 horas.
6. Secado y tostado: En esta etapa se reduce la humedad del grano hasta un 4-5%. Se estima una duración promedio de 24 horas entre secado y tostado, lo que va a depender de la especialidad de la cebada.



7. Desgerminado: Después del secado es necesario separar las raicillas y los brotes del germen que han empezado a desarrollarse en la etapa de germinación y secado.
8. Envasado: Se realiza por operarios en sacos.

Debido a la naturaleza del proceso se utilizará un sistema de producción por lotes (batch), el tiempo de fabricación de cada lote es de 7 días y podrían elaborarse 4 batch aproximadamente por mes.

Una vez que llega la cebada se debe comenzar con la limpieza de esta y dado que en el primer día de la actividad pueden procesarse alrededor de 9.000 kg/hora de cebada es posible iniciar el proceso de malteo en la misma semana en simultaneo con la etapa de limpieza del grano.

Capacidad teórica

Las tres etapas claves en el malteo son el remojo, la germinación y el secado. El equipo por utilizar para el malteo de la cebada es una Caja Saladin de la marca Hermann Biological Engineering, la cual permite ejecutar todos los procesos de malteo en el mismo equipo: remojo, germinación, secado y tostado. Además, todos los parámetros del equipo se pueden controlar de forma digital. Si pueden producirse 4 lotes por mes y en un caso óptimo operar los 12 meses del año con un total de 48 lotes anuales.

Del estudio de mercado realizado se obtuvo que el máximo a producir sea de 1.500.000 kg de malta en 48 lotes de 31.250kg.

Capacidad teórica= 31.250 kg malta/batch * 48 batch/año = 1.500.000 kg malta/año.

Capacidad real

El sistema de malteo Caja Saladin tiene una capacidad de 104 toneladas o bien 104.000 kg de malta por batch y es lo que define el tamaño máximo de cada lote.

Con respecto a los tiempos necesarios para la carga y descarga del equipo, su puesta en marcha y limpieza, estos ya están considerados en la producción mensual de los batch.

Capacidad real = 104.000 kg malta/batch * 48 batch/año = 5.000.000 kg malta/año

Producción

Del estudio de mercado realizado se obtuvo que el máximo a producir inicialmente sea de 1.500.000 kg de malta en 48 lotes de 31.250kg, al relacionar este valor con el de la capacidad real del equipo 5.000.000 kg en 48 lotes de 104.000 kg se puede obtener una eficiencia del proyecto mediante la siguiente fórmula:

Eficiencia de producción= capacidad real de producción/ capacidad teórica de producción * 100

Eficiencia de producción = 5.000.000 kg / 1.500.000 kg * 100 = 300 %



La selección del equipo de remojo, germinación y tostado, caja saladin responde a una estrategia de largo plazo que busca asegurar la flexibilidad operativa de la planta, optimizar los costos unitarios a medida que crezca la demanda y garantizar la sostenibilidad del negocio frente a fluctuaciones del mercado. Además, la capacidad instalada adicional permite atender posibles expansiones del portafolio de productos y responder a cambios en las necesidades del mercado sin realizar inversiones adicionales significativas en equipos nuevos. Se espera que, en el futuro, la maltería BIOMALTA se consolide como el principal distribuidor de maltas base y de especialidad para todos los cerveceros artesanales del país, contribuyendo al fortalecimiento de esta industria en auge.



EVALUACION TECNICO- ECONOMICA.

Inversión				
Transporte cadena	\$ 75.000	USD		
Caja Saladin	\$ 350.000	USD		
Silos	\$ 3.000	USD		
Máquina TAS	\$ 80.000	USD		
Sist. Desempolvado	\$ 80.000	USD	\$ 589.100	Activos
Equipos laboratorio	\$ 1.100	USD		
Capital de trabajo	\$ 10.000	USD	\$ 599.100	Activos +CT

Ingresos

Saco 25 kg Malta \$ 63 USD/saco

Numero de sacos \$60000 sacos/año

Costos

Operacionales

Saco 25 kg Cebada \$ 5 USD/saco

Numero de sacos \$72.000 sacos/año

Costo Fijos

Sueldos \$ 3.000 USD/mes

Arriendo local \$ 1.000 USD/mes

Depreciación lineal \$ 58.910 USD/año

Tasa impuesto 27%

Tasa descuento 12%



Se desea producir 1.500.000 kg malta/año

Se necesitan 1.800.000 kg cebada/año

VALOR DE LA CEBADA APROXIMADO

Cebada= **\$0.230 USD** x kilo → **\$5 USD** x saco 25 kg

De la producción 1.500.000 kg malta se van a vender 60.000 sacos de 25 kg.

A **\$2,5 USD** x kilo. → **\$63 USD** x saco 25 kg.

COSTO OPERACIONAL

72.000 sacos por **\$5 USD** = **\$360.000 USD**

COSTOS INGRESO

60.000 sacos a **\$63 USD** = **\$3.780.000 USD**



FLUJO DE CAJA

	año 0	año 1	año 2	año 3	año 4
Ventas		\$3.780.000	\$3.780.000	\$3.780.000	\$3.780.000
Costos operacionales		\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000
Costos fijos		\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000
Depreciación		\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910
Ingreso bruto		\$3.313.090	\$3.313.090	\$3.313.090	\$3.313.090
Impuesto		\$ 894.534	\$ 894.534	\$ 894.534	\$ 894.534
Utilidad Neta		\$2.418.556	\$2.418.556	\$2.418.556	\$2.418.556
Depreciación		\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910
Inversión Equipos	-\$ 589.100				
Capital de trabajo	-\$ 10.000				
Flujo de Caja	-\$ 599.100	\$2.477.466	\$2.477.466	\$2.477.466	\$2.477.466

	año 5	año 6	año 7	año 8	año 9	año 10
Ventas	\$3.780.000	\$3.780.000	\$3.780.000	\$3.780.000	\$3.780.000	\$3.780.000
Costos operacionales	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000	\$ 360.000
Costos fijos	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000	\$ 48.000
Depreciación	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910
Ingreso bruto	\$3.313.090	\$3.313.090	\$3.313.090	\$3.313.090	\$3.313.090	\$3.313.090
Impuesto	\$ 894.534	\$ 894.534	\$ 894.534	\$ 894.534	\$ 894.534	\$ 894.534
Utilidad Neta	\$2.418.556	\$2.418.556	\$2.418.556	\$2.418.556	\$2.418.556	\$2.418.556
Depreciación	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910	\$ 58.910
Inversión Equipos						
Capital de trabajo						
Flujo de Caja	\$2.477.466	\$2.477.466	\$2.477.466	\$2.477.466	\$2.477.466	\$2.477.466

Tabla 4.1: Flujo de caja.

VAN → \$13.399.134

TIR → 414%

El flujo de caja presentado refleja las inversiones iniciales necesarias para la implementación y operación de la planta a escala de producción de malta en la Región del Biobío, BIOMALTA. Estas inversiones representan activos clave para garantizar la eficiencia, calidad y capacidad productiva del proceso de malteado.

Se destacan cinco inversiones principales:

1. Transporte cadena: USD 75,000.

Este equipo es fundamental para el traslado eficiente de materia prima y producto terminado dentro de la planta, asegurando un flujo continuo en las etapas de producción.

2. Caja Saladin: USD 350,000.

Este equipo representa la mayor inversión del proyecto, es crucial para el proceso de malteado ya que facilita tres procesos en un solo equipo, permite la realización del remojo, germinación y secado/tostado del producto.

3. Silos: USD 3,000.

Permite el almacenamiento adecuado de la cebada, y de la malta. Garantizando su conservación en condiciones óptimas de humedad y temperatura hasta su procesamiento o distribución.

4. Máquina TAS: USD 80,000.

Esta máquina desempeña un papel clave en dos etapas del proceso, primero en la clasificación y la limpieza de los granos de cebada, eliminando impurezas, piedras, piezas metálicas y polvo. Y luego es utilizada nuevamente para separar las raicillas que quedan luego del proceso de tostado en el grano de malta.

5. Sistema de desempolvado: USD 80,000.

Este sistema contribuye en mantener un entorno limpio y seguro dentro de la planta, reduciendo partículas en suspensión y mejorando la calidad del aire en el área de producción.

Cada una de estas inversiones está dirigida a optimizar un aspecto clave del proceso productivo, la Caja Saladin representa el núcleo tecnológico del proceso de malteado y cada uno de los equipos fue elegido de manera tal que el proceso en la planta Biomalta garantice el cumplimiento de las normativas ambientales y de seguridad industrial, como también un proceso limpio, rápido y eficiente.

Las inversiones iniciales reflejadas en el flujo de caja constituyen una base sólida para el desarrollo exitoso de la planta industrial de malta, enfocándose en la calidad del proceso productivo, la eficiencia operativa y el cumplimiento de estándares industriales.



CONCLUSIONES.

Con base en el análisis realizado, se puede concluir que el diseño y evaluación del proyecto para la planta Biomalta, ubicada en sector Palomares en la ciudad de Concepción en la Región del Biobío, es una iniciativa viable y prometedora. La creciente industria cervecera en Chile, con más de 300 productores activos y un aumento constante en el consumo de cerveza, ha generado una alta demanda de malta, lo que respalda de forma sólida la implementación de esta planta.

La evaluación técnico-económica demuestra que Biomalta será un proyecto rentable y de alto retorno. Con una TIR de 414% y un VAN de USD 13.399.134, los resultados muestran la rentabilidad y el gran potencial económico del proyecto. El VAN positivo refleja que, después de descontar todos los costos e inversiones, el proyecto dejará un valor neto significativo, mientras que la TIR de 414% indica que el retorno de la inversión será mucho mayor que el costo del capital, lo que refuerza la rentabilidad sobresaliente de la iniciativa. Estos indicadores destacan la viabilidad económica de la planta y demuestran que es una inversión atractiva.

Además, la selección de equipos clave, como la Caja Saladin, optimiza varios procesos, lo que nos permitirá operar con una eficiencia elevada. Este equipo, junto con otras inversiones en infraestructura y tecnología, asegurará la calidad del producto y la sostenibilidad del proceso.

El proyecto está diseñado para producir inicialmente 1.500.000 kg de malta al año, con una capacidad instalada superior a la demanda proyectada, lo que nos ofrece flexibilidad para adaptarnos a futuros aumentos en la demanda o cambios en el mercado sin necesidad de realizar inversiones adicionales en equipos. De esta manera, Biomalta tiene un gran potencial para convertirse en el principal proveedor de malta de especialidad para cerveceros artesanales en Chile.

Este proyecto no solo es rentable desde el punto de vista económico, sino que también contribuirá al crecimiento de la industria cervecera artesanal en el país, fortaleciendo la oferta local de malta y posicionando a Biomalta como un actor clave en el sector. Con una TIR de 414% y un VAN de USD 13.399.134, se demuestra que Biomalta tiene un alto potencial de rentabilidad y representa una excelente oportunidad de inversión.



BIBLIOGRAFIA

- Mallett, J. (2014). *Malt: A practical guide from field to brewhouse*. Brewers Publications.
- Rosentrater, K. A., & Evers, A. D. (2017). *Kent's technology of cereals: An introduction for students of food science and agriculture* (5th ed.).
- Hough, J. S. (1985). *Biología de la cerveza y de la malta* (2.ª ed.).
- Kunze, W. (2014). *Tecnología para cerveceros y malteros* (5.ª ed.). VLB Berlín.
- Owens, G. (2001). *Cereal processing technology*.
- Asociación de Cerveceros de Chile (ACECHI). (2024, 28 de junio). *Consumo de cerveza en Chile 2023*.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2023). *Informe anual de cebada y malta 2023*.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2019). *Panorama de la agricultura chilena: Capítulo III*.
- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (n.d.). *Situación y perspectivas de mercado de la cebada cervecera*.
- Sinnott, R. K. (2005). *Diseño en ingeniería química* (2.ª ed.). McGraw-Hill.